D. Gavrilă

Verificări, încercări și probe privind montajul și punerea în funcțiune a liniilor electrice

87

colecția electricianului



editura tehnică

Ing. **D. Gavrilă**

Verificări, încercări și probe privind montajul și punerea în funcțiune a liniilor electrice

87



Editura tehnică
București — 1977

Lucrarea prezintă verificările, încercările și probele care se fac la punerea în funcțiune a liniilor electrice și se referă numai la cele care privesc montajul. Este indicată tehnologia de executare a verificărilor, încercărilor și probelor respective precum și utilajul folosit pentru efectuarea lor.

În lucrare sînt cuprinse verificările, încercările și probele prevăzute de normativul P.E. 003/70 al M.E.E., specifice montajului, precum și alte probe considerate necesare în anumite situații.

Rezultatele verificărilor, încercărilor și probelor sînt în concordanță cu prevederile cuprinse în „Normativul de încercări și măsurări la echipamente și instalații electrice la punerea în funcțiune și în exploatare" cu indicativul P.E. 116/73 al M.E.E.

Verificările, încercările și probele cuprinse în prezenta lucrare se execută corespunzător la două perioade și anume:

— la începutul, în timpul și la terminarea montajului;

— în timpul perioadei de punere în funcțiune și exploatare de probă.

Scopul acestor probe este verificarea calității montajului, a echipamentului utilizat și a luării măsurilor necesare înlăturării deficiențelor constatate, precum și pentru stabilirea caracteristicilor tehnice efective ale echipamentelor, comparativ cu cele prevăzute în proiecte.

Lucrarea se adresează personalului din execuție, din exploatare și în special organelor controlului tehnic și de recepție a lucrărilor de linii electrice. De asemenea, poate fi utilizată și de personalul serviciilor P.R.A.M.

Control științific: Ing. ION CONECINI
Redactor: Ing. ION GANEA
Tehnoredactor: ELLY GORUN
Coperta: VALENTIN VIȘAN

Bun de tipar: 15.02.1977. Coli de tipar: 4,5. Tiraj: 11 400+75 exemplare broșate. C.Z.: 621.315.1.001.4.

Tiparul executat sub comanda nr. 4 la Întreprinderea poligrafică „Crișana" Oradea, str. Moscovei nr. 5.
Republica Socialistă România



1. Generalități

1.1. Noțiuni generale privind execuția liniilor electrice

Energia electrică se transportă și se distribuie prin intermediul liniilor electrice.

După modul de instalare, liniile electrice se împart în:

— linii electrice aeriene;

— linii electrice în cablu sau subterane.

Linia electrică aeriană (LEA) este o instalație montată în aer liber, care servește la transportul și distribuția energiei electrice, compusă din conductoare și accesoriile lor, izolatoare și accesoriile lor, stîlpii cu fundațiile lor și instalațiile de legare la pămînt.

Liniile electrice în cablu sau *subterane* (LES) sînt folosite pentru transportul și distribuția energiei electrice în centralele electrice, stațiile de transformare, întreprinderi industriale, orașe și în general, acolo unde nu este posibilă construcția liniilor electrice aeriene (traversări de ape și rîuri, trasee în vecinătatea aeroporturilor, zone cu atmosferă nocivă în vecinătatea uzinelor chimice etc.).

După natura traseului pe care urmează să-l parcurgă cablurile se deosebesc mai multe feluri de pozări și anume:

— direct în pămînt;

— în clădiri industriale;

— în tuneluri și canale;

— pe poduri, dane și cheiuri;
— pe verticale în puțuri.

Operațiile de bază pentru construcția liniilor electrice aeriene, sînt:

— fixarea pe teren a traseului liniei;
— transportul balastului la borne;
— săpatul gropilor;
— turnarea fundațiilor sau montarea lor în cazul în care sînt prefabricate;
— transportul stîlpilor la borne;
— asamblatul stîlpilor;
— recepționat stîlpii asamblați;
— ridicat stîlpi;
— fixat stîlpi;
— împrăștiat pămînt, pămîntare, căciuli;
— întinsul conductoarelor la săgeată;
— întins fir de gardă (întinderea la săgeată a conductorului de protecție);
— vopsitul stîlpilor și consolelor metalice;
— verificarea montajului, recepția internă;
— recepția lucrărilor de construcții montaj la terminarea acestora și după expirarea perioadei de garanție.

Montarea conductoarelor la liniile cu izolatoare suspendate, comportă următoarele operații principale:

— lucrările pregătitoare;
— asamblarea lanțurilor de izolatoare;
— desfășurarea conductoarelor și ridicarea lanțurilor de izolatoare și a conductoarelor pe role;
— întinderea conductoarelor la săgeată;
— montarea clemelor;
— fixarea conductoarelor la stîlpi și înnădirea conductoarelor.

Procesul tehnologic la pozarea cablurilor direct în pămînt, deoarece această pozare este cea mai folosită, este următorul:

— stabilirea traseului;
— executarea traversărilor;
— săparea șanțurilor;
— desfășurarea și pozarea cablurilor;
— tragerea cablurilor prin tuburi;

— introducerea cablurilor în stații și posturi de transformare;
— executarea profilului;
— astuparea șanțului;
— refacerea pavajelor.

1.2. Necesitatea verificărilor la locul de montaj și obiectul lor

În execuția liniilor electrice intră o serie de echipamente. Aceste echipamente sînt supuse de către întreprinderile furnizoare unor probe riguroase, în conformitate cu standardele sau normele de produs în vigoare, probele executîndu-se în laboratoare și standuri de probă fixe, special amenajate. În această situație s-ar părea la prima vedere, că utilitatea verificărilor ce se fac de către organizația de montaj pe șantier, cu mijloace mobile și în condiții inferioare celor din întreprinderea producătoare, devine discutabilă. Ele sînt totuși justificate pentru verificarea calității montajului și a caracteristicilor tehnice efective ale echipamentelor folosite.

Deci scopul acestor verificări, încercări și probe este verificarea calității echipamentului livrat de furnizori, a calității montajului și a luării măsurilor necesare înlăturării deficiențelor constatate precum și pentru stabilirea caracteristicilor tehnice, comparativ cu cele prevăzute în proiecte.

În desfășurarea procesului de realizare a instalațiilor energetice se deosebesc următoarele trei perioade, tehnologic distincte:

A. *Perioada de pregătire și executare a montajului.* Scopul acestor probe este verificarea calității montajului și a caracteristicilor tehnice efective ale echipamentelor folosite.

B. *Perioada de punere în funcțiune și exploatare de probă.* Scopul acestor probe este acela de a verifica și regla funcționarea în ansamblu a instalațiilor care se pun în funcțiune, în vederea atingerii regimului normal de lucru, în condițiile proiectate. Exploatarea de probă din această

perioadă servește pentru pregătirea trecerii cu succes — la sfîrșitul perioadei — a probei tehnologice complexe de 72 h. Proba complexă de 72 h se efectuează cu întregul obiectiv energetic care se pune în funcțiune, respectiv cu întreaga instalație care se pune în funcțiune.

C. *Perioada de exploatare continuă (producție planificată).* În perioada de exploatare continuă (planificată) se efectuează verificările, încercările și probele din perioada de garanție. Scopul probelor de garanție este acela de a stabili caracteristicile și regimurile de funcționare ale instalațiilor, precum și a indicilor tehnico-economici principali, în vederea realizării valorilor prevăzute în proiect.

1.3. Prescripții și normative referitoare la încercări

Verificările, încercările și probele care se efectuează obligatoriu, în fiecare perioadă sînt prevăzute în „Nomenclatorul de verificări, încercări și probe privind montajul și punerea în funcțiune a instalațiilor energetice", elaborat de M.E.E., cu indicativul PE. 003/70 (3-G 2-70).

În această lucrare sînt tratate cele prevăzute în grupa A a normativului mai sus indicat — PE. 003/70 (3-G 2-70), care privesc în mod deosebit montajul, așa cum s-a prevăzut la punctul 1.2 dar s-au mai dat indicații și cu privire la alte probe considerate necesare, în anumite situații și care nu sînt prevăzute de normativul mai sus indicat.

Rezultatele verificărilor, încercărilor și probelor sînt prevăzute de „Normativul de încercări și măsurări la echipamente și instalații electrice la punerea în funcțiune și în exploatare" PE. 116/73 elaborat de M.E.E.

Verificările, încercările și probele, obligatorii prevăzute de P.E. 003/70 sînt:

● **Pentru linii electrice aeriene**

A.1 Verificarea calității betoanelor de fundații prin probe conform normativ C.S.C.A.S. din 10. XI. 1963;
A.2 Măsurarea rezistenței de punere la pămînt a stîlpilor cu conductorul de protecție deconectat;

A.3 Verificarea distanțelor dintre conductoarele liniilor aeriene și obiectele învecinate la toate trecerile și intersecțiile;
A.4 Verificarea legăturilor electrice dintre conductorul de protecție și prizele de pămînt;
A.5 Verificarea săgeții conductoarelor;
A.6 Verificarea secvenței fazelor pe întreaga linie;
A.7 Verificarea transfazărilor (ca loc și distanță);
A.8 Verificarea inscripțiilor de pe stîlpi privind identificarea lor și protecția muncii;
A.9 Măsurarea rezistenței prizelor de pămînt;
A.10 Verificarea mijloacelor de protecția împotriva supratensiunilor atmosferice la ieșirile liniilor din stație, în punctele de intersecție cu alte linii aeriene și la posturile de transformare;
A.11 Verificarea traseului și culoarului liniei;
A.12 Proba cu tensiune a liniei;
A.13 Proba comenzilor, semnalizărilor și blocajelor întreruptoarelor și separatoarelor.
B.1 Proba funcțională a comenzilor, semnalizărilor și blocajelor întreruptoarelor și separatoarelor;
B.2 Proba de interacțiune a protecțiilor și R.A.R.;
B.3 Ridicarea diagramelor vectoriale pentru protecțiile respective și urmărirea instrumentelor de măsurat;
B.4 Proba complexă a liniei. Se măsoară curentul capacitiv, puterea reactivă, tensiunile la ambele capete și influențele liniei asupra liniilor de telecomunicații învecinate;
B.5 Măsurarea parametrilor electrici și ridicarea imaginei inițiale a liniei, la linii cu tensiuni de 220 kV și peste 220 kV sau acolo unde se cere în mod special;
C. Se verifică comportarea liniei în timpul exploatării.

Pentru linii electrice în cablu sau subterane:

A.1 Verificarea traseului cablului și a amenajării acestuia;
A.2 Măsurarea rezistenței de izolație a cablului;
A.3 Proba cu tensiune mărită a cablului;
A.4 Proba comenzilor, semnalizărilor și blocajelor întreruptoarelor și separatoarelor;
B.1 Proba funcțională a comenzilor, semnalizărilor și blocajelor întreruptoarelor și separatoarelor;
B.2 Proba protecțiilor;
B.3 Ridicarea diagramelor vectoriale pentru protecțiile respective și urmărirea indicațiilor instrumentelor de măsurat;
B.4 Proba complexă a cablurilor. Se măsoară curentul capacitiv, puterea reactivă și tensiunea la ambele capete;
B.5 Măsurarea parametrilor electrici și ridicarea imaginei inițiale a cablului, la cabluri cu tensiuni peste 20 kV și cel puțin o manșonare sau acolo unde se cere în mod special
C.1 Se verifică comportarea cablului în timpul exploatării.

În lucrare sînt tratate numai verificările, încercările şi probele cu indicativul A după cum s-a precizat la punctul 1.2. care privesc perioada de pregătire şi executare a montajului.

1.4. Măsuri generale de protecţia muncii la efectuarea încercărilor după montaj, în vederea punerii în funcţiune

Lucrările de încercări preventive şi încercările de laborator se execută numai de către un personal cu calificare specială, însărcinat cu executarea acestor lucrări.

Încercările se execută de către o echipă compusă din cel puţin doi oameni; unul dintre aceştia fiind responsabilul lucrării şi trebuie să fie inginer sau tehnician, avînd o calificare în grupa a IV-a N.T.S. conform normelor de tehnica securităţii pentru instalaţiile electrice de înaltă tensiune, cel de al doilea va fi monteur electrician, avînd cel puţin o calificare în grupa a III-a N.T.S. conform aceloraşi norme. În afară de cele indicate, muncitorii din echipă trebuie să fie pregătiţi special şi să treacă un examen în ce priveşte cunoaşterea metodelor de încercare şi a celor ce urmează.

Lucrările de încercare cu tensiune continuă sau alternativă mărită se vor executa de cel puţin două persoane, din care una trebuie să aibe cel puţin calificarea în grupa V-a N.T.S., iar cealaltă cel puţin în grupa III-a N.T.S.

Persoana care execută măsurătorile cu megohmmetrul trebuie să aibe calificarea cel puţin în grupa IV-a N.T.S.

La orice încercări PRAM, responsabilul de încercări, respectiv şeful de echipă, are dreptul şi obligaţia să interzică persoanelor la care observă o stare de nervozitate excesivă, să asiste sau să efectueze vre-o operaţie de încercare, indiferent dacă starea de nervozitate este datorată efectelor de ionizare, efectelor electrice sau altor cauze.

Înainte de începerea lucrărilor privind încercările şi probele, fiecare muncitor al echipei trebuie instruit asupra măsurilor de securitate care trebuie luate în timpul încercărilor şi probelor.

Toate încercările dintr-o instalaţie se execută de o singură echipă. Nu se admite executarea diverselor încercări, de două sau mai multe echipe.

Montarea dispozitivului de încercare trebuie să fie executată de responsabilul echipei, care va efectua şi încercările.

1.5. Măsuri de protecţia muncii la efectuarea încercărilor care comportă utilizarea tensiunilor periculoase

Se vor lua măsuri speciale de protejare a personalului care execută lucrările de montaj sau încercări, în toate cazurile, cînd; în timpul încercării, pot apărea tensiuni periculoase, ca de exemplu:

— încercarea cu tensiune alternativă mărită;

— încercarea cu tensiune continuă mărită (gazotron, kenatron);

— încercare cu unde de şoc;

— încercarea cu megohmmetrul de 2500 V.

Locul în care se găsesc sursele de tensiune şi parcursul conductoarelor de legătură, trebuie delimitate cu îngrădiri vizibile şi solide, sau cu bariere alcătuite din două frînghii întinse la înălţimea de 0,75 m şi 1,5 m deasupra solului pe care se fixează plăci avertizoare Pa2 sau Pa4, STAS 297-68, la distanţe de maximum 3 m una de alta.

La intrările în spaţiul îngrădit, sau atunci cînd îngrădirea nu este posibilă, se va organiza o pază cu personal suficient avînd calificarea cel puţin în grupa I N.T.S. care să nu permită nimănui să se apropie de punctele periculoase.

Cînd încercarea se execută în afara incintelor şantierului (pe drumuri publice, în incinta întreprinderilor industriale etc.) unde circulă persoane neavizate, se va organiza atît îngrădirea cît şi paza.

Înainte de executarea încercărilor, responsabilul încercării va verifica dacă nu este posibilă transmiterea tensiunii periculoase, în afara spaţiului îngrădit, pe vre-o cale oarecare (conductoare, cabluri de forţă sau circuite secundare, instalaţia de legare la pămînt etc.).

Înainte de începerea verificărilor, încercărilor sau probelor, trebuie întrerupte toate lucrările, iar muncitorii trebuie să fie evacuați din spațiul îngrădit. Responsabilul încercării va avertiza lucrătorii, prin șeful de lucrări, sub semnătură, de pericolul pătrunderii dincolo de îngrădirea părții din instalația care se încearcă.

După terminarea încercărilor și înainte de demontarea îngrădirilor sau de ridicarea pazei, responsabilul încercării va lua măsuri pentru descărcarea tuturor părților conductoare de sarcinile electrice înmagazinate capacitiv.

Personalul care execută verificările, încercările și probele va fi înzestrat cu mijloacele de protecție utilizate pentru încercări în instalații electrice și cu sculele și dispozitivele prevăzute în Normativul MEE-PE. 119/71 „Norme de protecția muncii pentru instalații electrice" și va purta echipamentul de protecție prevăzut de „Normativul republican de protecția muncii".

Înaintea oricărei încercări, materialul de protecție va fi controlat vizual dacă nu s-a degradat în timpul transportului.

Instalația de încercare trebuie să fie prevăzută cu întreruptor bipolar cu pîrghie, cu ajutorul căruia alimentarea să poată fi întreruptă la timp și vizibil. Nu este permis să se folosească decît întreruptoare cu acționare vizibilă. Din momentul conectării la rețea a instalației de încercare și pînă la deconectarea ei, trebuie să se organizeze o pază lîngă întreruptor, paza fiind efectuată de unul din muncitorii echipei care execută încercările, acesta trebuie să aibă calificarea cel puțin în grupa III-a N.T.S. Pentru a preîntîmpina închiderea greșită a întreruptorului între cuțitele mobile și contactele fixe ale acestuia, în poziția „Deschis", trebuie să se așeze plăci izolante. Se recomandă ca, în circuitul de joasă tensiune al instalației cu care se face încercarea, să se prevadă o întrerupere a curentului, în două locuri și să se introducă un aparat automat de supracurent.

Instalațiile mobile de încercări trebuie să fie împărțite în două compartimente cu intrări separate. În unul din compartimente se montează aparatajul de joasă tensiune, iar în celălalt, echipamentul și părțile conducătoare de curent, aflate sub înaltă tensiune, operatorii care comandă instalația trebuie să stea în compartimentul de joasă tensiune.

Ușa care duce spre compartimentul de înaltă tensiune, trebuie să fie prevăzută cu un blocaj electric, care să întrerupă înalta tensiune, în instalație, cînd se deschide ușa.

Instalațiile de încercare trebuie să fie prevăzute cu un sistem comun de legare la pămînt, la care se leagă conductorul de pămînt înainte de începerea încercării.

Întregul aparataj de joasă tensiune (întreruptoare cu pîrghie, siguranțe etc.), trebuie să fie ușor accesibil pentru verificare și manevrare și astfel montat încît să nu cauzeze accidente personalului de deservire, în cazul apariției accidentale a unei scîntei sau a unui arc electric.

Aparatul pentru încercările rigidității dielectrice a uleiului va avea, obligatoriu, întreruptoare de siguranță, în toate părțile de acces în spațiul de înaltă tensiune. Înainte de începerea încercării, se va controla dacă punerea la pămînt a aparatajului este corespunzătoare. Se va controla buna funcționare a întreruptoarelor de siguranță.

După efectuarea unei străpungeri, aparatul va fi deconectat de la rețea, iar agitarea uleiului între electrozii din vas se va face cu o paletă din material izolant.

Aplicarea tensiunii de încercare trebuie făcută de responsabilul încercării sau de un membru al echipei care execută încercarea, în urma dispoziției exprese a responsabilului încercării.

Înainte de a aplica tensiunea, responsabilul de încercări trebuie să se convingă personal că, în momentul cînd va aplica tensiunea, nu va exista nici un pericol; după aceea, el va anunța pe muncitorii echipei cu cuvintele: „APLIC TENSIUNEA" și apoi închide întreruptorul sau dă dispoziție de închiderea acestuia.

După terminarea încercării, responsabilul întrerupe tensiunea, pune la pămînt conductorul (cablul) de legătură prin care s-a făcut încercarea, comunică acest lucru muncitorilor din echipă cu cuvintele: „TENSIUNEA A FOST SCOASĂ" și dă dispoziție de executare a manevrelor pentru încercarea următoare sau de scoatere a îngrădirilor și de demontare a instalației (dispozitivului) de încercare.

Cînd se încearcă cu curent de înaltă tensiune, izolația unei instalații cu capacitate electrică mare, responsabilul încercării trebuie să descarce de cîteva ori, la pămînt, instalația încercată și să se convingă de lipsa completă a sarcinilor înmagazinate capacitiv, înainte de a face comunicarea „TENSIUNEA A FOST SCOASĂ“.

1.6. Măsuri de protecția muncii la efectuarea încercărilor asupra liniilor electrice aeriene

Măsurarea izolației unei linii de înaltă tensiune, care poate fi alimentată și de la celălalt capăt, nu se poate efectua decît atunci cînd s-a primit o comunicare scrisă sau telefonică (verificarea prin repetare) de la persoana răspunzătoare pentru exploatarea instalației de la care se poate alimenta celălalt capăt al liniei, care confirmă că separatoarele de linie și întreruptorul sînt deschise.

Este interzisă executarea măsurătorilor pe unul din circuitele unei linii de înaltă tensiune cu două circuite, atunci cînd celălalt circuit se află sub tensiune.

Pentru același motiv, sînt interzise măsurătorile (inclusiv folosirea inductorului) la o linie cu un singur circuit, dacă pe o distanță redusă (de exemplu la ieșirea din stație) aceasta este montată paralel cu o linie de înaltă tensiune în funcțiune. Este interzisă verificarea unei linii aeriene cu inductorul, pe timp de furtună.

Înainte de executarea măsurătorilor sau a încercărilor linia se va descărca și se va încerca lipsa de tensiune cu ajutorul indicatorului de tensiune.

1.7. Măsuri de protecția muncii la efectuarea încercărilor asupra cablurilor electrice subterane

La efectuarea încercărilor asupra cablurilor electrice subterane în afară de măsurile menționate mai sus, la LEA se vor lua și măsurile speciale de protecția muncii, după cum urmează:

Înainte de a începe încercarea, trebuie să se controleze dacă s-au terminat toate lucrările la cablul care urmează a fi încercat, dacă oamenii au fost evacuați de la locul de muncă și dacă la capetele cablului fazele au fost desfăcute și izolate între ele.

La capătul opus al cablului trebuie așezată o îngrădire și plăci avertizoare cu inscripția: „STAI! ÎNALTĂ TENSIUNE! PERICOL DE MOARTE!“ pe mînerul separatorului se pune o altă înscripție cu: „NU ÎNCHIDEȚI, SE LUCREAZĂ“.

Dacă încercările se execută la un cablu la care lucrările de montaj nu s-au terminat sau care au traseul parțial descoperit (cablul este dezgropat), înainte de încercare se evacuează toți oamenii din locurile în care cablul este descoperit, sau în care capetele sînt desfăcute (pentru încercări); aceste locuri se îngrădesc așezîndu-se totodată plăci avertizoare cu inscripția: „STAI! ÎNALTĂ TENSIUNE! PERICOL DE MOARTE!“. În același timp, este necesar ca, lîngă groapa îngrădită (eventual acoperită cu cort) în care capetele cablului se găsesc desfăcute pentru încercare, să se posteze o persoană cu calificarea cel puțin în grupa III-a N.T.S., care să aibă grijă să nu intre cineva în locul în care cablul este desfăcut.

La încercarea cablurilor cu ajutorul unei instalații cu kenetron, orice racorduri trebuie să se execute cu mănuși de cauciuc, stînd pe un covor de cauciuc sau pe o platformă de lemn așezată pe izolatoare, însă numai după ce s-a verificat, în prealabil, lipsa de tensiune în cablu, cu ajutorul indicatorului de tensiune.

Înainte de a se controla un cablu (sau o linie) de înaltă tensiune, acesta trebuie descărcat, operația în cauză se efectuează în modul următor: se leagă un cablu flexibil cu un capăt la o priză de pămînt de maximum 10 ohmi, iar cu celălalt capăt la toate fazele cablului sau ale liniei. Persoana care execută descărcarea trebuie să poarte mănuși și cisme electroizolante de cauciuc.

Deoarece încercarea unui cablu cu tensiune continuă sau cu megohmmetrul dă naștere unei mari sarcini electrice înmagazinate capacitiv în conductoarele încercate, din care cauză în aceste conductoare persistă un potențial ridicat, chiar după întreruperea tensiunii de încercare, trebuie să se ia următoarele măsuri:

— înainte de încercare, cele două faze care nu vor fi supuse încercării să fie legate între ele și la pămînt;

— după terminarea încercării fiecărei faze în parte și după ce instalația de încercare a fost complet deconectată, faza încercată să fie legată la pămînt, prin închiderea separatorului de punere la pămînt, numai după aceasta este admisă legarea la instalația de încercare a unei alte faze a cablului.

Nu este admis să se efectueze nici un fel de comunicații sau racorduri, pe partea de înaltă tensiune a instalației de încercare, după ce a fost închis întreruptorul de joasă tensiune al instalației.

2. Verificările, încercările și probele LEA

2.1. Verificarea calității betoanelor de fundații

Pentru asigurarea pe șantiere a calității betonului se fac următoarele operații:

— verificarea calității materialelor întrebuințate la prepararea betoanelor;

— îmbunătățirea compoziției granulometrice a amestecului sorturilor granulare pentru obținerea agregatului total;

— stabilirea compoziției betonului în vederea obținerii mărcii prescrise;

— controlul betonului proaspăt și întărit pentru verificarea obținerii mărcii betonului prevăzut în proiect;

— consemnarea în condica de încercări a rezultatelor analizelor, determinărilor și încercărilor făcute asupra betonului, cît și a materialelor componente.

Buletinele și borderourile de încercări se atașează la condică în ordinea cronologică.

Numărul și frecvența încercărilor asupra betoanelor și materialelor componente sînt prescrise prin STAS 1799-73.

2.1.1. *Materiale utilizate*

Ciment. Se pot folosi în funcție de marca betonului prescris, următoarele cimenturi:

— ciment Portland STAS 388-68;

— ciment Portland cu 15% adaosuri hidraulice STAS 1500-67;

— ciment metalurgic STAS 1202-67;

— ciment cu tras STAS 1118-68.

Agregate. Agregatele trebuie să corespundă condițiilor prevăzute în STAS 1667-70.

Încercările agregatelor pe șantiere se efectuează conform prevederilor din STAS 1759-70.

Se vor efectua în mod obligatoriu următoarele determinări:

— aspect;

— conținut de humus;

— partea levigabilă (la nisip max. 4%; la pietriș, sau piatră spartă max. 2%; agregate sortate 3%);

— compoziția granulometrică și forma granulelor;

— umiditatea.

Numărul de sorturi de agregate la betoanele de fundații va fi cel indicat în proiect; pentru beton de marca B100 se vor utiliza minimum două sorturi.

Pentru betoane cu marca sub B100 se admite balast natural corectat pentru a se încadra în categoria cel puțin „bun" din punct de vedere al granulozității.

Apa. La confecționarea betoanelor pentru fundațiile stîlpilor se vor folosi în ordinea preferinței:

— apă potabilă în vase curate;

— apă nepotabilă din rîuri, lacuri, puțuri, izvoare, curată, limpede, fără miros, cu reacție neutră, slab alcalină (max. $pH=10$) sau slab acidă (min. $pH=4$). În caz de dubiu se vor executa betoane cu apă slabă și cu apă potabilă. Dacă rezistența betoanelor executate cu apă verificată este mai scăzută decît a celor executate cu apă potabilă cu mai mult de 10%, apa respectivă nu va fi admisă ca apă de amestec.

Betonul. În vederea verificării îndeplinirii condițiilor tehnice ale betonului prevăzute în proiect, se vor efectua încercările de mai jos, cu frecvența menționată. În funcție de categoria elementului se vor face următoarele încercări conform STAS 1759-70.

În timpul execuției (beton proaspăt):

— Densitatea aparentă se determină odată cu confecționarea epruvetelor pentru determinări în betonul întărit la locul de turnare. Densitatea aparentă

$$\rho_a=\frac{m_1-m}{V}\ [kg/m^3],$$

unde: m_1 este masa tiparului umplut cu beton, în kg;
m — masa tiparului gol, în kg;
V — volumul tiparului, în m^3.

Rezultatul este media a trei determinări.

— Consistența înainte de turnare la locul de punere în operă, se determină prin două metode:

— determinarea răspîndirii pe masa de răspîndire (conf. STAS 1759-70);

— determinarea tasării pe trunchiul de con (conf. STAS 1759-70).

Rezultatul este media a trei determinări pentru încercări preliminare și o singură determinare în timpul execuției.

— Compoziția betonului proaspăt, se determină la prepararea betonului conf. STAS 1759-70.

Cantitatea de apă este dată de relația

$$\%\ apă=\frac{5\,000-m}{5\,000}\times 100$$

în care: 5000 este masa inițială de beton, în g;
m — masa betonului uscat, în g.

Rezultatul este dat de media a două determinări.

Cantitatea de agregate din beton este dată de relația.

$$\%\ agregate=\frac{100}{5}\times\frac{100\ m}{100-a}$$

în care: m este masa de agregate uscate obținută din media a două determinări, în kg;
a — sortul sau 0,20 m conținut în agregat, în procente;
5 — masa de beton brută pentru determinare, în kg.

Cantitatea de ciment din beton este dată de relația.

$$\%\ ciment=100-(\%\ apă+\%\ agregate)$$

2.1.2. *Încercări asupra betonului întărit. Preluarea probelor de beton*

Verificarea mărcii betonului se face prin preluare de probe de beton la turnarea betonului și executarea epruvetelor conform STAS 1275-70, în tipare metalice executate conform prevederilor din STAS 2320-72. Înainte de întrebuințare, fețele interioare ale tiparelor se ung cu ulei mineral. Turnarea betonului în forme se face în două straturi, a căror înălțime pentru cuburi de 20×20 cm este de 12 cm.

După turnarea primului strat se nivelează suprafața cu ajutorul mistriei. Betonul se îndeasă cu maiul de fontă de 12 kg lăsat să cadă de la 15 cm liber. Se dau cîte trei lovituri în fiecare colț al cubului. Operația de îndesare se repetă în așa fel încît fiecare strat să primească în total 24 lovituri. După îndesarea primului strat se sgîrie suprafața acestuia pentru a înlesni aderența stratului următor. Apoi după îndesare se îndepărtează surplusul de beton și se netezește suprafața cubului cu rigla metalică pînă la înălțimea tiparului.

Cuburile de încercare vor fi depozitate imediat într-un spațiu închis ferit de curenții de aer și la o temperatură de +15 ... 20°C.

În lipsa unui asemenea spațiu, cuburile trebuie acoperite cu nisip sau cu pămînt umed, în condiții cît mai apropiate de acelea în care se află fundația.

Cuburile se decofrează după 24 h de la confecționarea lor și se lasă pe loc timp de șapte zile acoperite cu nisip menținut umed. În restul timpului, pînă la încercare, cuburile se păstrează la aer în aceleași condiții de temperatură, așezate pe grătare de lemn.

Pentru a fi transportate la laboratorul de încercări, cuburile se ambalează în cutii căptușite cu talaș sau rumeguș umezit — dacă expedierea se face mai înainte de a trece șapte zile de la confecționare și uscat, după acest interval. Expedierea nu se va putea face înainte de patru zile de la confecționare.

Cuburile trebuie însoțite de fișa de confecționare respectivă (STAS 1759-70), care trebuie să cuprindă:

— numărul stîlpului;

— marca prescrisă;
— data confecționării;
— natura și proveniența agregatelor;
— felul și marca cimentului;
— modul de îndesare;
— temperatura în timpul confecționării.

2.1.3. *Numărul de epruvete necesare încercărilor*

Pentru determinarea rezistenței la compresiune a fundațiilor de beton ale stîlpilor LEA, în timpul execuției acestora se vor lua probe de beton:

— la fundațiile stîlpilor pentru LEA 20—110 kV la fiecare a 20-a fundație de stîlpi de susținere și la fiecare stîlp special (întindere, colț terminal);

— la fundațiile stîlpilor pentru LEA 220—400 kV la fiecare a 10-a fundație de stîlpi de susținere și fiecare stîlp special;

— la fundațiile prefabricate pentru fiecare lot de 50 fundații prefabricate.

Media rezistențelor la compresiune obținute la încercările de control trebuie să fie cel puțin egală cu marca betonului prevăzută în proiect. Nici o probă nu trebuie să dea o rezistență efectivă la compresiune mai mică de 55 % din marca betonului, pentru betoane cu marca pînă la B200 inclusiv și de 65% pentru betoane cu marca superioară, precum și pentru elemente prefabricate, indiferent de marcă.

Pentru fiecare încercare de control (serie) se vor confecționa cîte trei epruvete cubice pentru încercare la compresiune.

2.1.4. *Aparatura pentru confecționarea epruvetelor din beton proaspăt*

Pentru confecționarea epruvetelor din beton proaspăt, șantierul va fi dotat cu:

— tipare metalice demontabile pentru confecționarea epruvetelor conform STAS 2920-71, prevăzute cu plăci de acoperire metalice de 3 mm grosime sau cu plăci de sticlă de cel puțin 5 mm grosime;

— mai de fontă de 12 kg;
— bară de oţel beton ∅ 16 mm;
— ciocan de lemn de cca 250 gr;
— scafă din tablă galvanizată;
— mistrie dreaptă;
— mistrie circulară;
— spatulă;
— riglă metalică de oţel de 500—600 mm lungime şi 10×40 mm secţiune;
— mai de lemn, avînd greutatea de 750 gr.

2.1.5. *Recepţia fundaţiilor*

La recepţia fundaţiilor se vor face următoarele verificări:

— amplasarea corectă a fundaţiilor conform proiectului;

— forma şi dimensiunile fundaţiilor care trebuie să corespundă proiectului şi modificărilor date ulterior prin ordinul de şantier emis de proiectant în cazuri speciale;

— existenţa proceselor verbale de lucrări, semnate de diriginte de şantier sau împuternicitul acestuia. În lipsă sau dubiu, se vor face săpături prin sondaj pentru verificarea corectei executări a acestora;

— rezultatele încercărilor obţinute pe epruvetele preluate la execuţie, conform STAS 1275-70, pentru toţi stîlpii speciali;

— fiecare al 10-lea stîlp sau al 20-lea stîlp de susţinere, în funcţie de tensiunea liniei;

— verificarea mărcii betonului realizat în comparaţie cu prevederile proiectului.

În caz de dubiu, se vor face încercări nedestructive cu solerometru „Schmidt" de tip N, bazat pe măsurarea durităţii superficiale a materialului.

Aparatul va fi folosit conform instrucţiunilor furnizorului aplicînd metodologia de încercare prevăzută în Normativul condiţionat CSCAS, indicativ C30-62.

Metoda poate fi aplicată pentru încercări directe, cu caracter orientativ, pe fundaţie, precum şi pentru încercări de sondaj, care urmăresc să dea indicaţii asupra calităţii betonului de la suprafaţa fundaţiilor.

Solerometrul nu va fi folosit la determinarea rezistenţei betonului în plăci sub 10 cm grosime sau în blocuri masive. Rezultatele încercărilor cu solerometrul sînt reprezentative pentru un strat gros de 3 cm de la suprafaţa încercată şi nu înlocuieşte încercările prevăzute în standardele în vigoare pentru controlul calităţii betoanelor.

Erorile de determinare a rezistenţei betonului la o aplicare corectă a metodei sînt de maximum $+3\%$.

În caz de litigii grave pentru stabilirea calităţii betonului întărit, se vor aplica instrucţiunile tehnice pentru încercarea betonului prin extragere de carote.

Verificarea executării corecte şi compactării umpluturilor de pămînt, precum şi amenajarea terenului în jurul fundaţiilor pentru asigurarea scurgerii apelor de suprafaţă.

2.2. Măsurarea rezistenţei de legare la pămînt a stîlpilor cu conductorul de protecţie deconectat

La măsurarea rezistenţei de legare la pămînt a stîlpilor cu conductorul de protecţie deconectat, se foloseşte următoarea metodă:

Se măsoară rezistenţa de dispersie (de ţinere) între stîlp şi pămînt.

Pentru a putea măsura rezistenţa de legare la pămînt a stîlpului respectiv este necesar ca să nu existe o legătură electrică între conductorul de protecţie şi stîlp. De asemenea este necesar ca stîlpul să nu fie legat la priza de pămînt artificială. Pentru simplificare, este indicat ca încercarea să fie executată cînd conductorul de protecţie încă nu este tras, iar priza de pămînt artificială neexecutată.

Pentru măsurarea rezistenţei de legare la pămînt a stîlpilor se foloseşte puntea de tip „Teromet" de fabricaţie C.S.S.R. sau puntea de tip APP-2, de fabricaţie românească.

În continuare este descris modul de utilizare a punţii „Teromet", deoarece a fost foarte mult folosită şi s-a dovedit practic şi comod de folosit.

Montajul este arătat în fig. 2.1.

Borna *pămînt* a aparatului se leagă printr-un conductor izolat la stîlpul a cărui rezistență trebuie măsurată.

Borna *1* a aparatului se leagă la un electrod auxiliar amplasat la cca 25 m de priză. Borna *2* a aparatului se

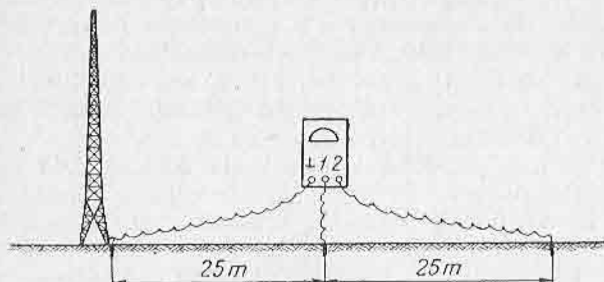


Fig. 2.1. Montajul punții „Teromet".

leagă la un electrod auxiliar amplasat la cca 50 m de priză, în aceeași direcție cu primul electrod auxiliar.

După executarea legăturilor se învîrtește manivela aparatului cu 150—170 rotații pe minut și se citește pe scala aparatului direct valoarea rezistenței de dispersie.

Valoarea rezistenței nu este normată, dar ea trebuie măsurată în condițiile atmosferice cele mai defavorabile (sol uscat).

De aceea se recomandă ca măsurările să fie efectuate, în anotimpul secetos și la minimum 48 h după ploaie. În orice caz se va menționa în buletin, atît data, cît și condițiile atmosferice și starea solului.

Dacă pentru măsurare se folosește puntea de tip APP-2, de fabricație românească, se vor respecta indicațiile din anexă referitoare la aparate de măsurat, încercări și verificări electrice, de fabricație românească (v. anexa A.12).

Utilaje folosite:

— punte pentru măsurat rezistența prizei de pămînt;

— doi electrozi auxiliari constînd din tije metalice ascuțite de 40 cm lungime, protejate împotriva coroziunii și prevăzute cu borne de legătură electrice;

— trei conductoare flexibile izolate pentru tensiunea nominală de 500 V cu secțiunea minimă de 1,5 mm^2 din cupru, avînd lungimea respectiv de 25 m, 2 m, 25 m, prevăzute la capete cu papuci, respectiv banane.

2.3. Verificarea stîlpilor din punctul de vedere al îmbinării, verticalității și tensiuni în ancore

2.3.1. *Verificarea stîlpilor din punct de vedere al îmbinărilor*

Stîlpi metalici. La alcătuirea stîlpilor metalici asamblarea elementelor componente se execută prin sudură sau cu ajutorul șuruburilor.

În general, îmbinările dintre montanți și diagonale sînt executate prin sudură, alcătuind, fie tronsoane complete, fie fețe sau sferturi de tronsoane, sau prin bulonare.

Prin șuruburi sînt executate — în atelier sau la fața locului — îmbinări demontabile între fețe pentru a alcătui tronsoane sau îmbinări între tronsoane și între tronsoane și console, vîrfare, traverse etc., pentru alcătuirea stîlpului.

Verificarea stîlpului din punctul de vedere al îmbinărilor se poate face:

— după asamblarea stîlpului înainte de ridicare;

— după ridicarea stîlpului și fixarea lui în picioarele de fundație.

Prima metodă permite un acces mai ușor la punctele de îmbinare și examinare, în mai bune condiții, în special a sudurilor. Metoda comportă mai puține riscuri de accidentare pentru echipa de verificare, toate operațiile făcîndu-se pe sol sau la mică înălțime. Necesită, însă, revenirea la bornă după ridicarea stîlpului pentru a controla comportarea la ridicare a îmbinărilor și îmbinările dintre montanți și picioarele de fundație.

Pentru aceste motive se recomandă verificarea la sol a îmbinărilor după asamblarea stîlpului înainte de ridicare.

Asamblarea stîlpului trebuie făcută pe capre metalice sau de lemn, cu înălțimea corespunzătoare locului de amplasare și așezate în punctele alese astfel, încît stîlpul să nu se deformeze sub greutatea proprie.

Se verifică:

a. Dimensiunile generale ale elementelor asamblate să corespundă cu proiectul stîlpului, dîndu-se o deosebită atenție ca distanța dintre extremitățile inferioare ale montanților tronsonului de bază să corespundă celor dintre picioarele de fundație.

Abaterile admisibile pentru dimensiunile elementelor stîlpului asamblat de la formele și dimensiunile prevăzute în proiect sînt următoarele:

— Lungimea totală măsurată de la talpa inferioară la vîrful stîlpului asamblat, se poate abate de la lungimea teoretică prevăzută cu ± 15 mm, dacă stîlpul are o lungime pînă la 10 m sau cu $\pm 1,5\%$ (însă nu mai mult de ± 30 mm), dacă stîlpul are o lungime mai mare de 10 m și mai mică de 40 m.

— Abaterile de la axa teoretică a stîlpului la axa reală a lui, pot depăși ± 20 mm pentru întreg stîlpul: pentru fiecare tronson în parte abaterile de la axa teoretică respectivă nu poate depăși ± 10 mm.

La traverse, lungimea totală poate fi depășită cu ± 15 mm în cazul cînd acestea au o lungime de 10 m. Peste 10 m lungimea totală poate fi depășită cu ± 20 mm.

— Curbura traversei pe toată lungimea va fi de 1/500 din lungime, însă nu mai mult de 25 mm.

b. Concordanța profilelor elementelor componente cu proiectul.

c. Toate reperele prevăzute în proiect să fi fost montate în poziția și în locul respectiv.

d. Gradul de coincidență a găurilor: numărul găurilor greșit date sau care nu corespund, astupate cu sudură de către constructor să nu depășească 15% din numărul total de găuri.

e. Diametrul găurilor să corespundă dimensiunilor de execuție, admițîndu-se față de prevederile proiectului:

— abateri de ovalitate pînă la 1 mm;

— abateri de deplasare a găurilor în diferite planuri pînă la 1 mm pentru 50% din găuri.

f. Elementele așezate față peste față și strînse în șuruburi, trebuie să se aplice unul pe celălalt, în așa fel încît între ele să nu poată pătrunde un spion de 0,25 mm grosime pe o lungime mai mare de 20 mm.

g. Șuruburile să corespundă proiectului în ceea ce privește calitatea oțelului, diametrul și lungimea. Filetul va pătrunde cu 1—2 ganguri în pachetul de strîns.

h. Șuruburile să fie bine strînse cu ajutorul cheilor fixe sau tubulare corespunzătoare prin aplicarea unui efort normal de 25—30 kg. Nu se admite folosirea prelungitoarelor. Verificarea se face prin sondaj la 1/10 din totalul piulițelor strînse.

i. Capul șuruburilor și piulițelor trebuie să se aplice pe întreg perimetrul suprafețelor de strîns. La nevoie se folosesc șaibe pentru profile U (cu înclinare 8%) sau I (cu înclinare 14%), conform prevederilor STAS 2242-71.

După strîngerea piulițelor, șuruburile trebuie să depășească suprafața piulițelor cu circa jumătatea diametrului și minimum 2—3 pasuri.

j. Suprafețele de contact ale montanților sau șuruburilor să fie protejate prin acoperirea cu vaselină.

Porțiunile pieselor care intră în fundații să nu fie acoperite prin vopsire; ele pot fi însă protejate printr-un strat de lapte de ciment.

k. La îmbinările realizate prin sudură, se verifică:

— la elementele alăturate, care alcătuiesc un pachet prins cu sudură să nu permită introducerea unui spion de 0,1 mm;

— la sudura în unghi, spațiul ce rămîne prin așezare între piese să nu depășească 2 mm;

— sudurile și cusăturile să corespundă din punct de vedere al lungimii, grosimii și modului de execuție, prevederilor desenelor de execuție. Examinarea se face cu ochiul liber pe toată lungimea sudurilor sau cusăturilor. Măsurarea cordonului de sudură se face prin sondaj la suduri care nu sînt prea apropiate;

— examinarea prin găuri de control se face ori de cîte ori există o bănuială asupra unui defect interior sau cînd, prin ciocănire, nu rezultă un sunet clar — găurile de control se fac cu freze.

Utilajul folosit:

— chei fixe	set 1
— chei tubulare	set 1
— clești patent	buc. 1
— calibre pentru găuri	garnit. 1
— șpioni	set 1
— fir cu plumb	buc. 3
— șipci 3 m.	buc. 4
— nivelă 300 mm	buc. 1
— ruletă de oțel L=50 m	buc. 1
— metru dublu	buc. 2
— cablu flexibil de oțel ∅ 4 mm	m.l. 50

2.3.2. *Verificarea verticalității stîlpului*

Verificarea verticalității stîlpilor trebuie făcută în ambele sensuri (longitudinal și transversal).

Pentru verificarea verticalității în raport cu planul vertical care trece prin axa aliniamentului, se pune în stație teodolitul pe axul aliniamentului la o distanță de cca 50 m. Se vizează apoi țărușul care marchează axul stîlpului, după care se vizează vîrful stîlpului. Dacă acesta nu este pe firul reticular vertical de pe lunetă prin rozeta micrometrică a aparatului, se deplasează firul reticular vertical de pe lunetă în sensul necesar, pînă se suprapune vîrful stîlpului. Se lasă apoi luneta în jos pînă la nivelul solului, pe direcția firului reticular și se bate al doilea țăruș, distanța măsurată între acești doi țăruși reprezintă devierea de la verticalitate a stîlpului.

Se mai poate face măsurătoarea înlocuind țărușii cu stadia culcată pe pămînt, pe mijlocul intervalului dintre cele două picioare și făcînd cele două vizări și citiri de la aparat direct pe stadie, diferențele citirilor prezintă devierea.

La fel se procedează și pentru verificarea verticalității în plan transversal a aliniamentului.

Măsurările trebuie consemnate în tabel indicînd și sensul în care au fost observate.

Metodele de mai sus sînt la fel de precise și se întrebuințează de la caz la caz, după cum este urgența de mare sau după instrumentele de care dispune topometrul în acel moment.

Timpul necesar pentru verificarea verticalității unui stîlp este de cca 45 min, fără deplasarea de la un stîlp la altul.

Toleranțele admise sînt de 1% la înălțimi pînă la 20 m și 0,5% la înălțimi mai mari de 20 m.

Devierea admisibilă a traverselor în plan orizontal sau vertical, nu trebuie să depășească 1%.

2.3.3. *Verificarea tensiunii în ancore*

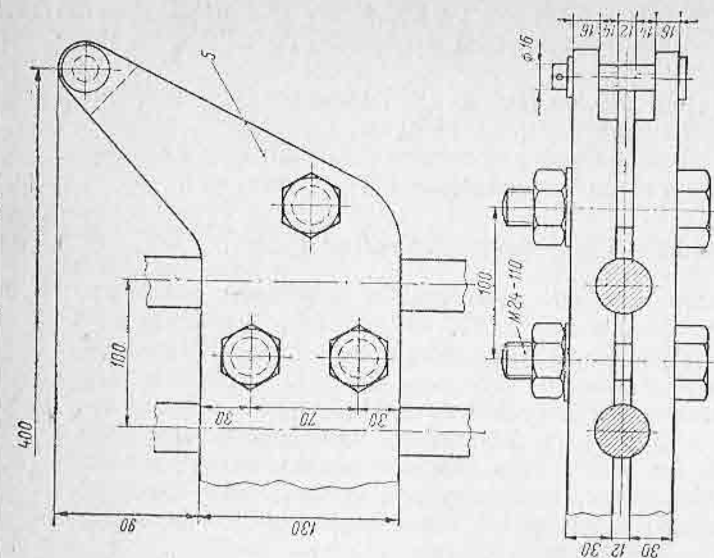
Prezentele indicații se referă la întinderea ancorelor stîlpilor portal ancorați de 220 sau 400 kV. Tensiunea mecanică din fiecare ancoră (o ancoră fiind formată din două conductoare de oțel de 120 sau 150 mm^2 împletite sau neîmpletite) este aceea prevăzută în proiect pentru întreaga linie sau pentru diferitele situații speciale în parte.

Metoda utilizată. Prin întinderea celor patru ancore cu aceiași tensiune, sînt asigurate verticalitatea stîlpului în cele două planuri și stabilitatea lui la solicitările din timpul exploatării.

Schema utilizată. Pe fiecare dintre cele patru ancore ale stîlpului se montează mijloace de tracțiune și măsură, realizîndu-se schema de montaj din fig. 2.2.

Întinderea ancorei se face cu ajutorul unui dispozitiv de tras și ridicat de tip „ERDIR“ sau similar de 2—3 tf. (*9*) montat conform figurii. Pe cele două tije de ancorare (*1*) la cca 20 cm deasupra solului se fixează cu cîte 4 șuruburi M. 24 un jug (*5*). Pe fiecare din cele două ramuri ale cablului de ancorare se montează la aproximativ 1,5 m deasupra butucului (*2*) — cîte o clemă cu pană pentru conductor OL 120—150 mm^2. Clemele cu pană (*7*) sînt legate între ele cu un cablu de oțel flexibil ∅ 16 mm (*8*) de care este prins cîrligul unui scripete de 3 t (*6*), peste care este trecut cablul dispozitivului ERDIR. Tensiunea citită pe cadranul dinemometrului (*10*) este jumătate din tensiunea în cele două ramuri ale unei ancore.

Descrierea operației. După realizarea schemei descrise, pe fiecare dintre cele patru ancore ale stîlpului, topometrul verifică verticalitatea stîlpului pe două direcții perpendiculare. În același timp se citesc la dinamometre tensiunile în ancore.



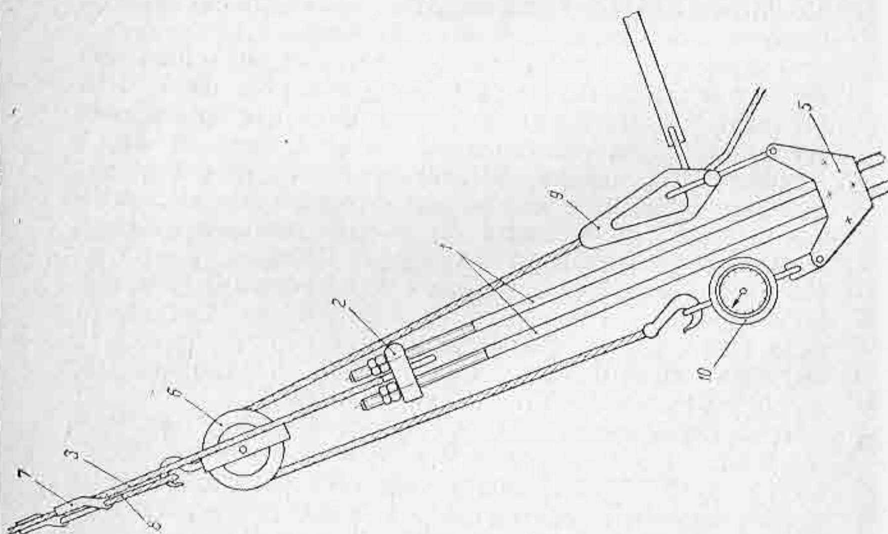


Fig. 2.2. Schema de montaj pentru verificarea tensiunii în ancore.

După indicațiile topometrului și ținînd seama că tensiunea în ancoră trebuie să fie aproximativ aceea prevăzută în proiect, cu ajutorul dispozitivului ERDIR ancorele sînt tensionate simultan, odată cu controlul tensiunii.

După ce s-a ajuns la efortul prescris în ancoră și stîlpul are poziția verticală, se strîng piulițele pînă ce sarcina este preluată de ancore, tensiunea în cablul dispozitivului de tras devenind nulă. Se strîng contrapiulițele și se demontează dispozitivele care au servit la tensionarea ancorelor.

Utilaj necesar unei echipe pentru tensionarea ancorelor unui stîlp:

— dispozitiv de tras și ridicat de tip ERDIR de 3 t	buc. 4
— dinamometre de lucru, cu cadran înseriate în cablul de tragere sau de tip Amsler, montate pe cablul dispozitivului ERDIR, cu condiția ca diametrul acestuia să corespundă cu diametrul cablului cu care aparatul a fost etalonat	buc. 4
— rolă cu cîrlig de 3 t	buc. 4
— jug conform schiței	buc. 4
— cleme cu pană	buc. 8
— cablu flexibil de oțel ∅ 16 mm (lungime 60 cm, cu ochiuri la capete fixate în penele clemelor de mai sus)	buc. 4
— scară dublă 3 m	buc. 4
— chei fixe de 35 mm	buc. 4
— chei fixe pentru piulițe M 24	buc. 4
— ciocan de 1 kg	buc. 2
— teodolit	buc. 1

2.4. Verificarea distanțelor dintre conductoarele liniilor electrice aeriene și obiectele învecinate la toate trecerile și intersecțiile

De la conductoarele liniei electrice aeriene la diferitele obiecte învecinate sau traversate, trebuie păstrată, în cele mai defavorabile situații, o distanță minimă prevăzută în prescripția „Normativul pentru construcția liniilor aeriene de energie electrică peste 1 000 V" al M.E.E., indicativ PE. 104/1971, distanță care este în funcție de tensiunea liniei și natura obstacolelor traversate.

Se va verifica:

— distanța pe verticală între conductorul inferior al liniei care traversează și conductoarele superioare active și de protecție ale liniilor de energie electrică de înaltă sau joasă tensiune, la cablul purtător al firului de contact al căii ferate electrificate, tramvaie, troleibuze, linii telefonice traversate etc.;

— distanța pe verticală între conductorul superior activ sau de protecție și conductorul inferior al liniei subtraversate;

— distanța pe verticală între conductorul activ inferior al liniei electrice aeriene care traversează și ciuperca șinei de cale ferată sau tramvai, bombamentul șoselei sau al drumului, coronamentul digului, nivelul maximal al apelor etc.;

— distanța pe orizontală între conductorul activ al liniei electrice aeriene și limita superioară a rambleului, pînă la orice parte a conductelor sau stîlpilor funicularelor, telefericelor, tramvaielor și troleibuzelor.

Se va folosi, după caz, una dintre metodele următoare:

a. *Măsurarea distanței pe verticală dintre punctul cel mai de jos al conductorului și obstacolul de pe sol traversat.* În planul conductorului la intersecția acestuia cu obstacolul traversat, în punctul de la care urmează să se verifice distanța pînă la conductor, se instalează o stadie. Teodolitul se așează cît mai aproape de perpendiculara dusă pe planul conductorului prin piciorul stadiei, la o distanță convenabilă (30—40 m) de la acest plan.

Se măsoară sau se determină distanța D redusă la orizont de la verticala teodolitului și pînă la stadie. Se citește unghiul α pe care-l face planul orizontal cu planul tangent la conductorul inferior, sau planul orizontal cu punctul de pe conductor, în care planul vertical trecînd prin teodolit și baza stadiei intersectează conductorul (fig. 2.3).

Distanța $\overline{AC} = D \text{ tg } \alpha + \overline{AB}$;

$\overline{AB}$ se citește pe stadie.

b. *Măsurarea distanțelor dintre cele două conductoare în traversare.* Se determină intersecția planurilor verticale ale celor două conductoare de pe linii diferite între care trebuie măsurată distanța.

Stadia se instalează în punctul în care această intersecție întîlnește solul.

Teodolitul se instalează la cca 30—40 m de la stadie în planul median al celor două aliniamente (fig. 2.4.).

Distanța D, redusă de la orizontală, de la teodolit pe bază stadiei se măsoară orizontal sau se măsoară direct pe pantă și se reduce apoi la orizontală.

Deplasînd luneta într-un plan vertical trecînd prin piciorul stadiei, se citesc unghiurile α și ω pe care planul

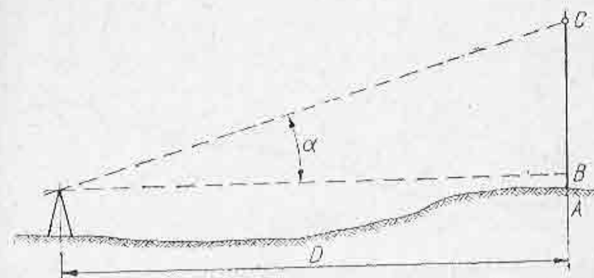


Fig. 2.3. Măsurarea distanței pe verticală dintre punctul cel mai de jos al conductorului și a distanțelor de pe sol traversate.

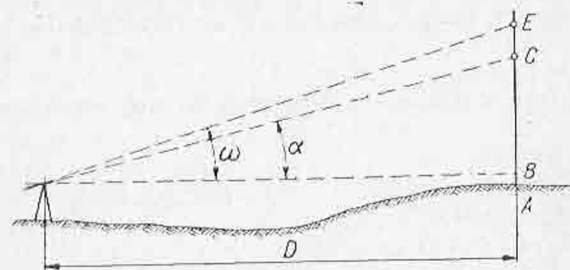


Fig. 2.4. Măsurarea distanțelor dintre cele două conductoare în traversare.

orizontal le face cu razele vizuale trecînd prin conductorul inferior respectiv și prin conductorul de deasupra.

Distanța $\overline{EC}$ dintre conductoare se determină cu formula

$$\overline{EC} = D \text{ (tg } \omega - \text{tg } \alpha).$$

c. În regiuni deluroase și accidentate, *măsurarea gabaritului unui conductor sau a distanței dintre două conductoare* se face pe cale trigonometrică. Se procedează astfel:

Teodolitul este instalat într-un punct O ales arbitrar (fig. 2.5).

Se măsoară înălțimea teodolitului OL; cu luneta se vizează pe stadie un punct B ales astfel încît $AM=OL$ și

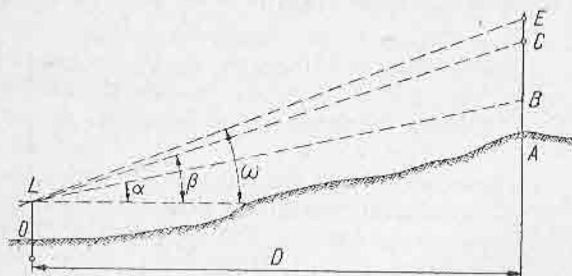


Fig. 2.5. Măsurarea distanței dintre două conductoare.

se citește unghiul α pe care LB îl face cu orizontala care trece prin lunetă. Se citește pe stadie numărul generator (d).

Citirea pe stadie ținută vertical fiind făcută la diferența de nivel

$D=kd\cos^2\alpha$,

unde k este constanta stadimetrică, care de obicei este 100, deci

$D=100\,d\cos^2\alpha$.

Rezultă:

— distanța la sol

$\overline{AC}=D\,\text{tg}\,\beta-(D\,\text{tg}\,\alpha-\overline{OL})$;

— distanța verticală între conductoare la traversare

$\overline{AC}=D\,(\text{tg}\,\omega-\text{tg}\,\beta)$.

d. *Măsurarea distanțelor pe orizontală de la conductoarele extreme ale liniei electrice aeriene la obstacolele învecinate*. Se procedează prin una din metodele următoare (fig. 2.6).

Dacă sînt accesibile, cele două puncte P și N a căror distanță pe orizontală trebuie măsurată, se proiectează pe

sol cu ajutorul firului cu plumb. Măsurînd distanța dintre cele două proiecții se obține distanța pe orizontală între P și N.

În ipoteza că punctele P și N nu sînt accesibile, prin vizarea cu două teodolite simultan a celor două puncte, se obțin proiecțiile lor pe sol prin intersecția vizelor.

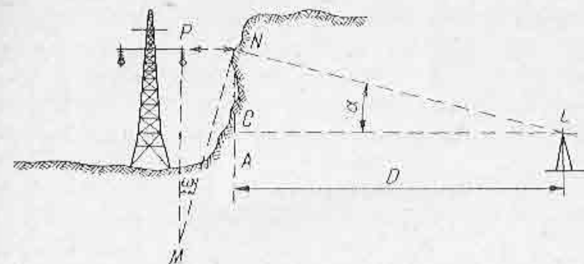


Fig. 2.6. Măsurarea distanțelor pe orizontală.

Dacă nu se dispune decît de un teodolit, din două stații diferite în care se mută succesiv teodolitul, se vizează pe rînd cele două puncte și se materializează de fiecare dată prin cîte doi țăruși intersecția cu solul planului vertical trecînd prin teodolit și P, respectiv prin teodolit și N. Prin intersecția a cîte două sfori se determină proiecția pe sol a punctelor P și N.

În cazul cînd nu dispunem de teodolit, măsurarea distanței pe verticală dintre punctul cel mai de jos al conductorului și obstacolul de pe sol, traversat, se poate determina aproximativ cu ajutorul dendrometrului.

Dendrometrul este un aparat construit dintr-o ramă de lemn dreptunghiulară de 10×20 cm (fig. 2.7). Marginea BC este divizată în centrimetri și milimetri, iar în punctul D atîrnă un fir cu plumb. Aparatul se folosește în felul următor: se vizează dintr-un punct oarecare a cărui distanță pînă la punctul respectiv se măsoară, proiecția punctului cel mai de jos al conductorului peste obstacolul traversat (fig. 2.8).

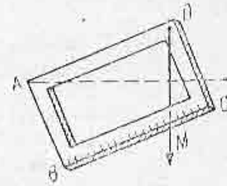


Fig. 2.7. Dendrometru.

Triunghiurile DMC și AEF dreptunghice au $\widehat{EAF}=\widehat{MDC}$ (au laturile respectiv perpendiculare) deci sînt asemenea. Proporționalitatea laturilor la: $\frac{\overline{DC}}{\overline{AF}}=\frac{\overline{CM}}{\overline{EF}}$, de unde $\overline{EF}=\frac{\overline{AF}\cdot\overline{CM}}{10}$. Lungimea CM se citește pe apa-

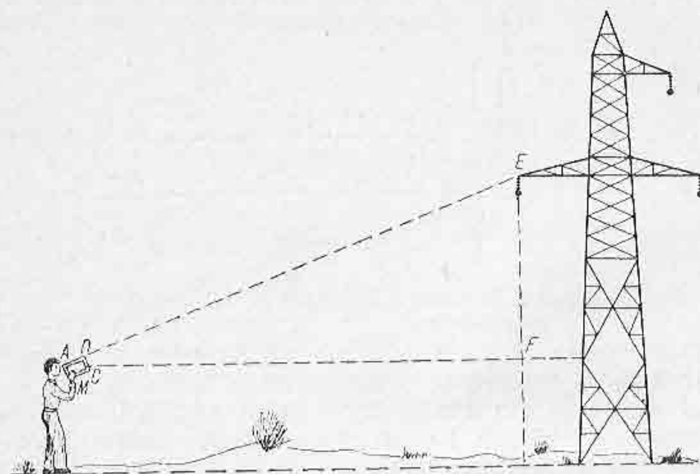


Fig. 2.8. Folosirea dendrometrului.

rat, lungimea $\overline{AF}$ e cunoscută, deci se poate calcula $\overline{EF}$. Adăugînd înălțimea observatorului, se obține aproximativ înălțimea punctului dorit.

Utilajul folosit:

1 teodolit (tahimetru);
2 stadie;
4—6 jaloane;
1 panglică cu fișe și întinzătoare;
1 ruletă.

2.5. Verificarea clemelor de legătură electrică la conductoarele active

Această verificare se aplică atît clemelor de legătură electrică și mecanică montate în deschideri, cît și clemelor de legătură electrică montate în cordoane. Deoarece

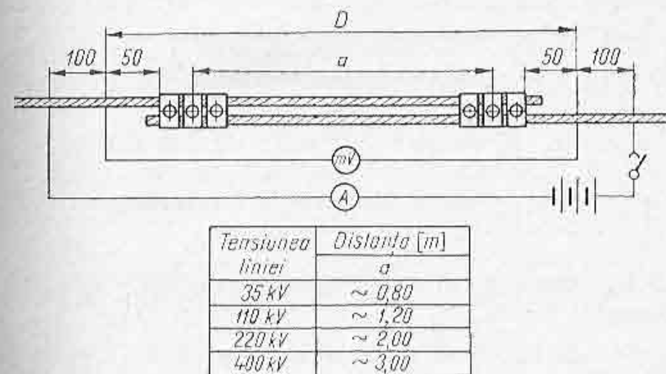
clemele din deschideri sînt greu accesibile este recomandabil ca acestea să fie verificate la sol, imediat după montare, înainte de tragerea conductoarelor la săgeată.

Verificarea constă în compararea rezistenței de contact a legăturii cu aceea a unei lungimi egale din același conductor.

Se recomandă metoda punții duble (Thomson); se poate utiliza și metoda ampermetrului și voltmetrului în curent continuu. Această din urmă metodă are dezavantajul că necesită drept sursă de curent o baterie de acumulatoare, relativ greu de transportat și manipulat, ea este indicată în special pentru verificarea prin sondaj a măsurătorilor executate cu puntea dublă.

La clemele de legătură cu șuruburi (PE. 806-72) sau cu plăci de contact (STAS 296-68) se va verifica și strîngerea șuruburilor.

La clemele de înnădire cu crestături (PE. 802-71) se va verifica numărul și poziția corectă a crestăturilor precum și adîncimea imprimărilor.



Tensiunea liniei	Distanța [m] a
35 kV	~ 0,80
110 kV	~ 1,20
220 kV	~ 2,00
400 kV	~ 3,00

Fig. 2.9. Schema montajului voltmetrului și ampermetrului pentru verificarea rezistenței la clemele cu șuruburi.

În cazul punții duble se va efectua montajul indicat de fabricant.

Pentru metoda ampermetrului și voltmetrului schema și modelul de legare sînt arătate în fig. 2.9 și fig. 2.10.

În ambele metode se conectează pentru măsurare patru conductoare din care două pentru curent și două pentru tensiune.

Conectarea conductoarelor de curent se face la 15 cm de marginile clemei, iar a celor de tensiune la 5 cm de marginile clemei.

Conductorul liniei se va curăța cu grijă înainte de conectarea conductoarelor de măsurat, deoarece stratul su-

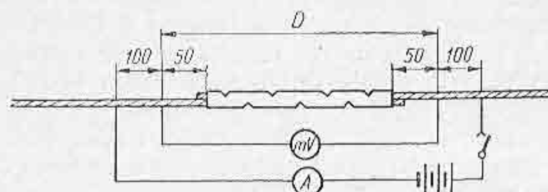


Fig. 2.10. Schema montajului voltmetrului și ampermetrului pentru verificarea rezistenței la clemeșe cu crestături.

perficial de oxid poate influența sensibil, rezultatul măsurării. În cazul conductorului din aluminiu, curățirea oxidului se va face sub un strat de vaselină.

Se măsoară distanța dintre punctele de corectare a conductoarelor de tensiune.

În cazul punții duble se pornește puntea și manevrînd rezistențele variabile se aduce acul galvanometrului la zero. Se citește pe scară valoarea R a rezistenței conductorului liniei inclusiv clema de legătură.

În cazul ampermetrului și voltmetrului; se închide circuitul de curent și după stabilizare se citește valoarea I a curentului în amperi și U a tensiunii în mV.

Rezistența legăturii este dată de relația: $R=\frac{U}{I}$ în miimi de ohmi.

Se reface apoi măsurătoarea, stabilind rezistența Re a unei porțiuni egale de conductor neînnădit; distanța dintre punctele de conectare a conductoarelor de tensiune trebuie să fie tot D.

Este suficient ca rezistența conductorului să fie măsurată o singură dată pentru mai multe cleme, dacă secțiu-

nea conductorului rămîne aceiași și dacă se respectă în toate cazurile distanța D.

Trebuie ca rezistența legăturii să fie egală sau mai mică decît 1,2 ori rezistența porțiunii egală de conductor $R=1,2\ Re$.

În acest caz legătura este corespunzătoare.

Utilaj folosit. La ambele metode: 4 conductoare de legătură în lungime de 3 m fiecare; 4 cleme pentru legarea conductoarelor de legătură la conductorul liniei.

La metoda punții duble: O punte dublă (Thomson) de tip portativ (Omega III).

La metoda ampermetrului și voltmetrului: un acumulator de 2—6 V, un ampermetru magnetoelectric clasa 0,5; 0—50—100 A, un milivoltmetru magnetoelectric clasa 0,5; 0—300 mV sau un aparat multiplu (multavi, multițet etc.) cu scara corespunzătoare.

2.6. Verificarea legăturilor electrice dintre conductorul de protecție și prizele de pămînt

Atunci cînd legătura este vizibilă (conductor de coborîre, stîlp metalic sau legături sudate) verificarea vizuală este suficientă.

Cînd există un dubiu asupra continuității sau calității legăturii (stîlpi de beton armat, stîlpi metalici vopsiți cu legături prin buloane sau nituri etc.) se recomandă măsurarea rezistenței legăturii electrice. Măsurarea se face cu o punte dublă Thomson. Metoda poate fi aplicată prin sondaj la 1/10 din numărul coborîrilor.

Nu este necesară dezlegarea prizei de pămînt.

Cînd pe parcursul legăturii sînt și cleme prevăzute cu șuruburi se va verifica și strîngerea șuruburilor.

Puntea dublă se va monta, conform montajului indicat de fabricant, între conductorul de protecție și conductorul prin care stîlpul se leagă la priza de pămînt. Se va avea grijă ca cele două conductoare de tensiune să fie încadrate de conductoarele de curent.

Se pornește puntea și manevrînd rezistențele variabile se aduce acul galvanometrului la zero. Se citește pe scală valoarea R a rezistenței legăturii.

În raport cu valoarea determinată din tabele, valoarea stabilită experimental nu trebuie să prezinte o diferență mai mare de + sau —10 cm.

2.8. Verificarea secvenței fazelor pe întreaga linie

Verificarea secvenței fazelor este necesară numai la liniile la care există rotiri de faze pe parcurs. Se pot utiliza două metode: vizuală sau prin măsurări.

a. *Metoda vizuală* constă în notarea poziției fiecărei faze la plecarea din stația de referință și a modificărilor de poziții la fiecare rotire de faze. Metoda cere atenție și parcurgerea întregii linii însă are avantajul că indică secvențe pe fiecare porțiune de traseu.

b. La *metoda prin măsurare* se utilizează schema din fig. 2.11.

Sursa de tensiune se conectează pe rînd pe cele trei faze, în stația *A*; de fiecare dată se citește curentul pe cele trei ampermetre din stația *B*. Ampermetrul care indică

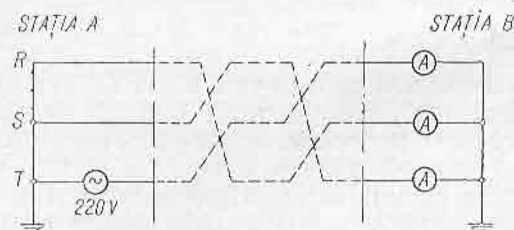


Fig. 2.11. Schema metodei de măsurare privind verificarea secvenței fazelor.

curentul cel mai mare este montat pe faza pe care este conectată sursa.

Curentul cel mai mare trebuie să fie de minimum trei ori mai mare decît fiecare din curenții citiți pe celelalte ampermetre.

Metoda necesită existența unor comunicații telefonice între cele două stații, nu se poate aplica la liniile cu

dublu circuit cu un circuit sub tensiune și nu indică succesiunea fazelor dintre rotirile de faze.

Înainte de încercare, se va calcula curentul aproximativ prin cele trei conductoare, prin împărțirea tensiunii aplicate la impedanța liniei.

Utilaje folosite:

— Metoda vizuală: 1 autoturism

— Metoda prin măsurători: 3 ampermetre: clasa de precizie 0,5 domeniul de măsurare: 0—5—10 A.
(scala se verifică prin calcul)
— cordoane pentru legarea ampermetrelor și introducerea sursei de tensiune
2 scurtcircuitoare.

Drept sursă de tensiune poate fi utilizată tensiunea de servicii proprii din stație.

2.9. **Verificarea transpunerilor** (ca loc și distanță)

Transpunerea fazelor se execută la liniile aeriene de energie electrică cu tensiuni de 110 kV și mai mari de lungimi peste 100 km în scopul egalizării inductanțelor și a căderilor de tensiune pe fiecare fază. Prin transpunerea conductorilor se înțelege schimbarea poziției conductoarelor.

Se va verifica ca:

— stîlpii de transpunere a fazelor să fie amplasați în punctele indicate în proiect;

— transpunerea fazelor să fie executată conform schemei din proiect;

— distanțele reciproce între conductoarele active, conductoarele active și cele de protecție, precum și între conductoarele active și părțile legate la pămînt ale stîlpului să aibe cel puțin valorile prevăzute în proiect.

În lipsa unor asemenea indicații, distanțele verificate nu trebuie să fie mai mici decît valorile din tabelul 2.1.

Tabelul 2.1

Distanțele minime la încrucișări, la temperatura de 15—20°C, pentru linii construite pînă la 1 000 m altitudine

Tensiunea nominală, kV		110	220	400
Distanța între conductoarele sub tensiune, cm	Viteza vîntului 0 m/s	150	280	380
	Viteza vîntului 20 m/s	100	200	300
Distanța minimă de la conductor la piesele legate la pămînt, cm	Viteza vîntului 0 m/s	90	180	290
	Viteza vîntului 20 m/s	80	160	250

Pentru linii construite la altitudini peste 1 000 m distanțele prevăzute în tabele se măresc cu 1% pentru fiecare 100 m peste 1 000 m.

Verificarea se face vizual prin deplasare la stîlpii de transpunere a fazelor.

Verificarea distanțelor pe stîlp se execută cu linia întreruptă și pusă la pămînt. Pentru măsurarea distanțelor 2—3 electricieni se urcă pe stîlp în zona coronamentului și din poziții corespunzător alese, măsoară direct distanțele cu ajutorul unei rulete de pînză, a metrului dublu sau a unei șipci gradate în lungime de 2—4 m, corespunzătoare mărimii distanțelor de măsurat.

Înainte de a se urca pe stîlp se verifică lipsa tensiunii pe cele trei faze și linia se pune la pămînt pe de o parte și alta a stîlpului de transpunere.

Dacă linia nu poate fi scoasă de sub tensiune, măsurarea distanțelor se va face de pe sol cu ajutorul teodolitului prin nivelment geometric sau trigonometric după una din metodele arătate la subcap. 2.4.

Verificarea clemelor de legătură electrică se va face conform prevederilor de la subcap. 2.5.

Verificarea inscripțiilor de pe stîlp se va face conform prevederilor de la subcap. 2.10.

Utilaj folosit:

Pentru măsurări executate prin urcarea pe stîlp se va folosi următorul utilaj:

- binoclu 1 buc.;
- scară de montaj 4 ml 2 buc.;
- ruletă de pînză de 20 ml 1 buc.;
- metru dublu 2 buc.;
- șipcă gradată 2—4 m 2 buc.;
- scripete de ajutor cu funie ∅ 14—50 ml 1 buc.;
- chei fixe 1 set;
- chei tubulare 1 set;
- ciocan de 5 kg 1 buc.

Mijloace de protecție. Echipamentul de protecție (cască, centură de siguranță, cisme și mănuși dielectrice etc.) pentru toți componenții echipei conform prevederilor de N.T.S. pentru locul de muncă respectiv:

- indicatoare mobile de tensiune 1 buc;
- prăjini izolante de tensiune corespunzătoare liniei respective 1 buc;
- garnituri mobile de punere la pămînt de protecție 2 buc.

Se recomandă ca echipa să fie dotată cu o nacelă telescopică pînă la $h=26$ m, montată pe un autocamion cu acces în orice teren.

2.10. Verificarea inscripțiilor de pe stîlp (privind identificarea lor și protecția muncii)

Verificarea inscripțiilor se face vizual prin deplasare de-a lungul liniei, din stîlp în stîlp.

a. Pe stîlpii liniilor de energie electrică, aeriene, cu tensiuni de 1 000 V sau mai mult, înainte de a fi date în exploatare, se va verifica că au fost prevăzute următoarele inscripții de identificare și de protecție a muncii:

— numărul liniei sau denumirea ei convențională pe sectoarele de traseu cu două sau mai multe linii paralele: pe stîlpii prevăzuți pentru două sau mai multe circuite se va repera fiecare circuit în parte;

— numărul de ordine al stîlpului și anul montării lui;

— indicarea culorilor fazelor sau montanților lor, pe toți stîlpii de întindere, de colț și de derivație, precum și pe cei vecini cu stîlpii de rotire de faze, la liniile cu tensiuni de 20 kV sau mai mari. Plăcile cuprinzînd aceste indicații trebuie să fie fixate pe fața stîlpului corespunzător orientării schemei;

— plăci avertizoare (STAS 297-68) sau înscripiții avertizoare pe stîlpii de beton, cu număr și orientare conform prevederilor proiectului.

b. Pe stîlpii liniilor aeriene de energie electrică cu tensiune pînă la 1 000 V se va verifica existența următoarelor inscripții:

— numărul de ordine al stîlpului și anul montării;

— plăcile avertizoare sau inscripțiile avertizoare pe stîlpii de beton.

c. Construcțiile auxiliare ale liniilor aeriene de energie electrică (descărcătoare și intervale de protecție, separatoare de linii etc.) trebuie să poarte număr de ordine și anul instalației lor.

Utilaj folosit. O scară simplă rezemată, de 3 m.

2.11. Măsurarea rezistenței de dispersie (de trecere) a prizelor de pămînt

Măsurarea rezistenței de dispersie (de trece) a prizei artificiale de pămînt, se execută după deconectarea ei de la stîlp.

Dacă deconectarea comportă dificultăți, se poate măsura rezistența comună a prizei artificiale și a stîlpului propriu-zis: acest lucru se va consemna în mod explicit în buletinul emis.

Pentru măsurare se utilizează o punte pentru măsurat rezistența prizei de pămînt, de preferință aparatul tip „Teromet“ sau metoda ampermetrului și voltmetrului.

a. **Măsurarea cu aparatul Teromet.** Se realizează schema din fig. 2.1. Borna *Pămînt* a aparatului se leagă printr-un conductor izolat la priza de pămînt a cărui rezistență trebuie măsurată. Borna *1* a aparatului se leagă la un electrod auxiliar amplasat la cca 25 m de priză. Borna *2* a aparatului se leagă la un electrod auxiliar amplasat la cca 50 m de priză, în aceiași direcție cu primul electrod auxiliar.

După executarea legăturilor, se învîrtește manivela aparatului cu 150—170 rot/min și se citește pe scala aparatului direct valoarea rezistenței de dispersie.

Utilaje folosite:

— punte pentru măsurat rezistența prizei de pămînt;

— doi electrozi auxiliari constînd din tije metalice de 40 mm lungime protejați împotriva coroziunii și prevăzuți cu borne de legătură electrică;

— trei conductoare flexibile, izolate pentru tensiunea nominală de 500 V cu secțiunea minimă de 1,5 mm² din cupru, avînd lungimea de respectiv 25 m, 2 m, 25 m și prevăzute la capete cu papuci respectiv banane.

b. **Măsurarea cu metoda voltmetrului și ampermetrului.** Se realizează schemele din fig. 2.12, *a* și *b*.

Se măsoară diferența de potențial dintre electrozii prizei de pămînt și sonda aflată în zona cu potențial nul și curentul electric care trece prin priza de măsurare.

Notă: cînd se folosește această metodă priza de pămînt va fi dezlegată de la stîlp.

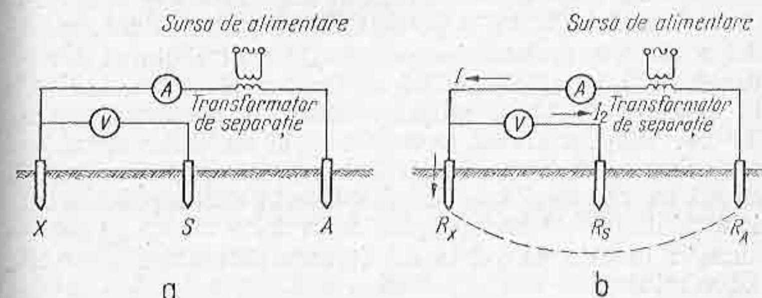


Fig. 2.12. Măsurarea rezistenței de dispersie prin metoda voltmetrului și ampermetrului.

Utilaje folosite:

— 1 voltmetru cu rezistențe interioare $R_v > 1\,000\ \Omega$ iar valoarea rezistenței electrice a sondei R_s să fie neglijabilă față de R_v;

— 1 ampermetru pentru măsurarea curentului;

— 1 transformator pentru alimentarea curentului și care separă (obligatoriu) circuitul de măsurare de rețeaua de alimentare;

— doi electrozi auxiliari ca mai sus;

— conductoare flexibile izolate pentru tensiunea nominală de 500 V cu secțiunea maximă de 1,5 mm² din cupru, în lungime totală de cca 80 cm prevăzute la capete cu papuci sau banane pentru legătura la aparatele de măsură sau electrozi.

Valoarea curentului de măsurat va fi $I=10$ A.

În cazul cînd nu se dispune de un voltmetru îndeplinind condițiile arătate, potențialul prizei U_p se calculează cu formula:

$$U_p = U_v\left(1+\frac{R_s}{R_v}\right),$$

în care U_v este indicația voltmetrului.

Rezistența electrică a prizei de pămînt

$$R_p = \frac{U_p}{I}.$$

Valoarea rezistenței trebuie să fie mai mare decît valoarea limită indicată în proiect. Dacă proiectul nu indică nici o valoare, rezistența de dispersie nu trebuie să depășească 30 Ω la stîlpii liniilor cu tensiunea pînă la 110 kV și respectiv 20 Ω la stîlpii liniilor cu tensiunea peste 110 kV. Valoarea limită se consideră în condițiile atmosferice cele mai defavorabile (sol uscat), astfel încît se recomandă ca măsurările să fie efectuate în anotimpul secetos și la minimum 48 h după ploaie. În orice caz se va menționa în buletin atît data cît și condițiile atmosferice și starea solului.

2.12. Verificarea mijloacelor de protecție ale liniei împotriva supratensiunilor atmosferice

Se verifică vizual mijloacele de protecție ale liniei împotriva supratensiunilor atmosferice, și anume:

— existența conductorului de protecție, conform proiectului (săgeata acestuia este — obligatoriu — mai mică decît a conductoarelor active;

— existența armăturilor de protecție (coarne simple, duble, inele de gardă etc.) montate conform proiectului.

Pe porțiunile speciale de linie (ieșiri din stații și posturi intersecții cu alte linii de energie sau telecomunicații etc.), verificarea este indicată la subcap. 2.13.

Legarea la pămînt a conductorului de protecție se verifică conform subcap. 2.6.

Utilajul necesar:

— un binoclu;

— un mijloc de transport cu acces în orice teren.

2.13. Verificarea mijloacelor de protecție împotriva supratensiunilor atmosferice la ieșirile liniilor din stații, în punctele de intersecție cu alte linii și la posturi de transformare

Se verifică vizual existența mijloacelor de protecție prevăzute în proiect la:

— ieșiri din stații și posturi de transformare;

— intersecții cu alte linii de energie electrică;

— intersecții cu linii de telecomunicații.

În cazul cînd protecția se realizează prin paratrăznete se verifică corecta amplasare și înălțime a acestora.

În caz că protecția se realizează prin conductor de protecție, se verifică legarea la pămînt a acestuia la fiecare stîlp conform subcap. 2.6. Cînd protecția se realizează prin descărcătoare tubulare sau cu coarne, se măsoară spațiul disruptiv conform subcap. 2.14.

În toate cazurile menționate mai sus se verifică rezistența de dispersie a prizei de pămînt conform subcap. 2.11.

Verificarea descărcătoarelor cu rezistență variabilă montate pe ieșirile liniilor din stații sau posturi, se face în cadrul verificării stației sau postului respectiv.

La cabluri subterane se evaluează aproximativ atenuarea undelor de supratensiune, prin calcule, conform prevederilor normativului PE. 109/75 al M.E.E.

2.14. Măsurarea spațiului disruptiv interior și exterior la descărcătoarele tubulare și cu coarne. Verificarea lor.

Protecția instalațiilor electrice împotriva supratensiunilor este asigurată prin descărcătoare, care limitează valoarea supratensiunilor la valori nepericuloase pentru izolația instalației.

Funcționarea descărcătoarelor se bazează în principiu pe străpungerea la impuls a spațiului dintre doi electrozi, unul legat la pămînt și celălalt la unul dintre conductoarele instalației, în momentul în care valoarea supratensiunii depășește valoarea tensiunii de amorsare pentru care a fost reglată distanța dintre electrozi.

Arcul de frecvență industrială format este stins fie de descărcător, fie ca urmare a deconectării instalației prin întreruptoarele automate.

Din prima categorie fac parte descărcătoarele cu rezistență variabilă și descărcătoarele tubulare care au posibilități de stingere a arcului ce ia naștere în descărcător; din a doua categorie fac parte intervalele de protecție, care nu au posibilități de stingere a arcului și la care funcționarea este însoțită de declanșarea instalației.

Descărcătoarele cu rezistență variabilă fiind scumpe și comportînd cheltuieli de exploatare mari, pe linii electrice aeriene nu se montează decît descărcătoare tubulare sau intervale de protecție.

Aceste dispozitive se montează pentru protecția intrărilor liniilor electrice aeriene în stație, protecția punctelor cu izolație slăbită în linie, protecția intersecțiilor și a posturilor de transformare de importanță mai mare. Locul de instalare este precizat prin proiect.

A. **Descărcătoarele tubulare.** În sistemul electroenergetic național sînt folosite pe scară largă descărcătoarele tubulare avînd ca material gazo generator fibra bachelitică de proveniență sovietică de tip DT (RFT), care sînt produse în țară la uzinele Electroputere — Craiova (tabelul 2.2 și tabelul 2.3).

Construcția descărcătoarelor tubulare cu fibră este cu mici variații, arătată în fig. 2.13.

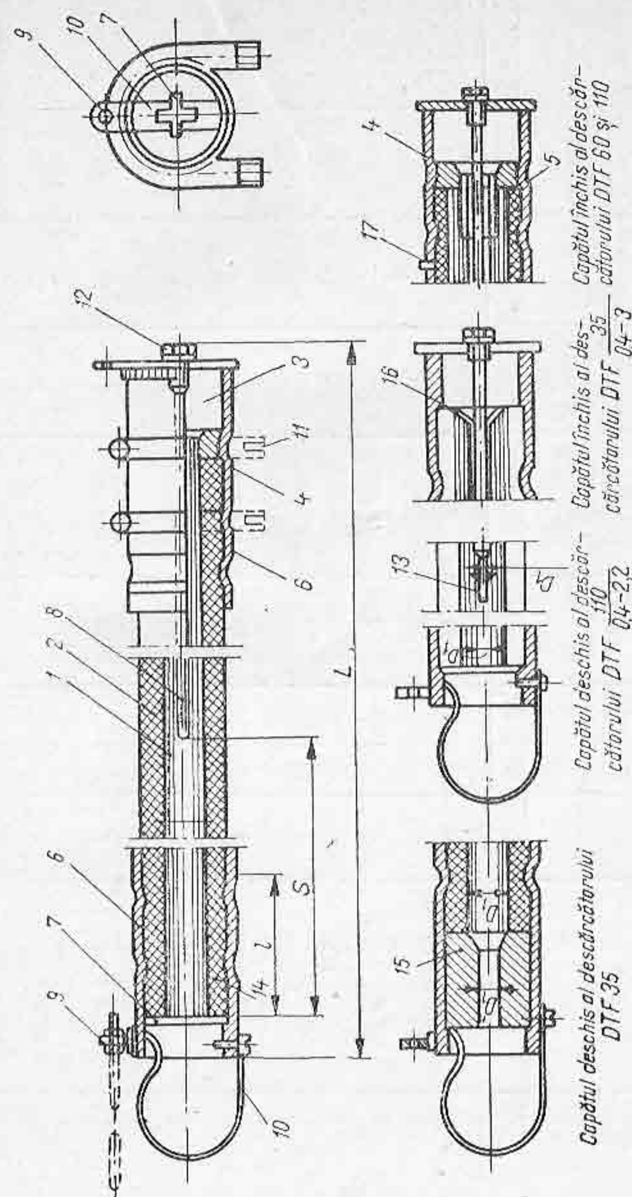


Fig. 2.13. Construcția descărcătoarelor tubulare cu fibră.

Tabelul 2.2

Dimensiunile de bază ale descărcătoarelor tubulare folosite în R.S.R.

Nr. crt.	Tipul descărcătorului	În schița din fig. 2.18	Diametrul interior al fibrei D_1, mm	Diametrul exterior D_2, mm	Prezența electrodului suplimentar	Raza de amplasare a electrodului suplimentar mm	Lungimea electrodului suplimentar mm	Lungimea intervalului disruptor interior mm	Lungimea totală a descărcătorului mm
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	DTF $\frac{110}{2-10}$	*a*	20	68	nu are	—	—	250	$\frac{1\,190}{1\,390}$
2	DTF $\frac{110}{12,-7}$	*a*	16	68	nu are	—	—	300	$\frac{1\,100}{1\,300}$
3	DTF $\frac{110}{0,8-5}$	*a*	16	68	nu are	—	—	350	1 300
4	DTF $\frac{110}{0,4-2,2}$	*b*	$D_i=16$ $D_i=18$	68	nu are	—	—	300	$\frac{1\,100}{1\,300}$
5	DTF $\frac{60}{1,2-7}$	*c*	16	68	are	29	150	300	1 100
6	DTF $\frac{60}{0,8-5}$	*c*	16	68	are	29	200	350	1 100
7	DTF $\frac{60}{0,4-2,2}$	*c*	8	68	are	29	150	300	1 100
8	DTF $\frac{35}{1,8-10}$	*a*	12	56	nu are	—	—	140	780
9	DTF $\frac{35}{0,8-5}$	*a*	10	43	nu are	—	—	175	840
10	DTF $\frac{35}{0,4-3}$	*a*	8	33	nu are	—	—	175	780
11	DTF $\frac{35}{1,5-5,5}$	*c*	12	56	are	23	100	175	780
12	DTF $\frac{35}{1-4}$	*c*	10	43	are	23	100	175	840
13	DTF $\frac{20}{0,8-6}$	*a*	10	43	nu are	—	—	120	680
14	DTF $\frac{10}{0,5-7}$	*c*	10	43	are	16	160	130	520
15	DTF $\frac{6}{15-10}$	*a*	10	43	nu are	—	—	80	520
16	DTF $\frac{6}{0,3-7}$	*c*	10	43	are	16	160	130	520
17	DTF $\frac{3}{1,5-7}$	*a*	8	33	nu are	—	—	40	400
18	DTF $\frac{3}{0,2-1,5}$	*d*	$D_i=8$ $D_i=3$	33	nu are	—	—	40	400
19	DTF $\frac{15}{0,4-6}$	*c*	8	43	nu are	—	—	125	680

Tabelul 2.3

Caracteristicile principale ale descărcătoarelor

Tipul descărcătorului	Intervalul de amorsare exterior mm	Tensiunea de amorsare la impuls, kVm, la polaritate		Tensiunea de amorsare la 50 Hz, în kV	
		+	—	În mediu uscat	Sub ploaie
DTF. 110/2-10	300	385	420	—	—
DTF. 110/1,2-7	250	366	380	184	165
DTF. 110/1,2-7	300	385	420	200	185
DTF. 110/1,2-7	350	410	455	213	200
DTF. 110/1,2-7	400	435	475	245	225
DTF. 110/0,8-5	250	365	400	211	167
DTF. 110/0,8-5	300	420	460	—	—
DTF. 110/0,8-5	350	420	460	260	197
DTF. 110/0,4-2,2	250	366	380	184	155
DTF. 110/0,4-2,2	350	410	455	213	200
DTF. 60/1,2-7	175	270	275	184	110
DTF. 60/0,8-5	175	270	275	184	110
DTF. 60/0,4-2,2	175	270	275	184	110
DTF. 35/1,8-10	60	140	140	83	73
DTF. 35/1,8-10	100	170	170	96	82
DTF. 35/0,8-5	60	165	165	97	61
DTF. 35/0,4-3	60	145	150	85	63
DTF. 35/0.4-3	100	180	190	105	83
DTF. 35/1,5-5,5	60	145	145	105	85
DTF. 35/1,5-5,5	100	180	180	100	85
DTF. 35/1-4	60	135	135	80	65
DTF. 20/0,8-6	50	140	140	70	80
DTF. 10/0,5-7	15	80	80	45	35
DTF. 10/0,5-7	20	80	80	—	—
DTF. 6/1,5-10	8	55	55	40	30
DTF. 6/1,5-10	15	68	68	—	—
DTF. 6/0,3-7	8	61	61	42	39
DTF. 6/0,3-7	15	80	80	—	—
DTF. 15/0,4-6	20	100	100	60	57

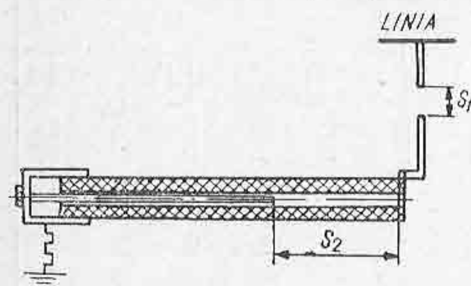


Fig. 2.14. Schema electrică a unui descărcător tubular.

Pe plăcuța descărcătorului apare, de exemplu simbolul:

$$\text{DTF}\,\frac{110}{2-10},$$

semnificația notațiilor fiind:

D — descărcător; T — tubular; F — fibră.

Numărătorul indică tensiunea nominală pentru care este construit descărcătorul în kV_{ef}: numitorul indică limitele curenților de stingere în A_{ef}.

Ansamblul de protecție prin descărcătoare tubulare (fig. 2.14) cuprinde spațiul disruptiv exterior (S), descărcătorul tubular propriu-zis cu spațiul disruptiv interior S_2 și priza de pămînt.

Verificarea descărcătoarelor tubulare montate. Înainte de a fi date în exploatare se va face controlul stării descărcătoarelor.

Controlul se face cu linia deconectată și legată la pămînt.

Se va controla ca:

a. Descărcătorul să fie montat în poziția și pe stîlpul sau construcția prevăzută în proiect;

b. Descărcătorul, dispozitivul de indicare a funcționării descărcătorului, distanța disruptivă exterioară să poată fi ușor vizibilă de la sol cu ochiul liber sau binoclu.

c. Descărcătoarele montate pe cele trei faze (fig. 2.15 și tabelul 2.4) să fie așezate și orientate în așa fel încît zonele de evacuare a gazelor să nu se atingă una de alta, de părțile metalice sau lemn ale construcțiilor de susținere și nici de izolația conductelor sau de orice altă izolație.

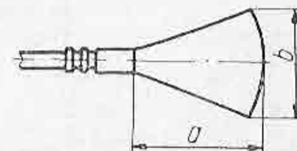


Fig. 2.15. Zona de evacuare a gazelor la descărcătorul tubular.

Limitele zonei de evacuare a gazelor ionizate la funcționarea descărcătoarelor să se afle la cel puțin 3 m de la sol.

d. Axa descărcătorului să fie inclinată față de orizontală cu un unghi de 10—15°, capătul deschis al eclatorului trebuind să fie dirijat în jos.

Tabelul 2.4

Dimensiunile aproximative ale zonei de evacuare a gazelor la descărcătoarele tubulare (fig. 2.15).

Tensiunea nominală, kV	Dimensiunile, m	
	a	*b*
6	1,5	1
10	1,5	1
20	2,5	1,5
35	2,5	1,5
110	3,0	2,0
220	3,5	2,5

Verificarea se face cu ajutorul nivelei cu bulă de aer de 30 cm lungime, fixată, pentru ușurarea operației, pe un adaos de lemn cu unghiul la vîrf de 15° (fig. 2.16).

e. Instalarea descărcătorului să fie rigidă încît să asigure păstrarea distanței disruptive exterioare și să nu permită anularea acestui interval prin șuvița de apă care se poate scurge de pe electrodul superior. Piulițele bridelor de fixare a descărcătorului de plăci și a plăcii pe consolă să fie bine strînse și suprafețele în contact curățite de

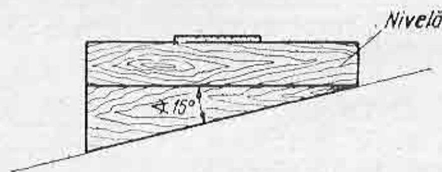


Fig. 2.16. Nivelă pentru verificarea înclinării descărcătorului.

vopsea sau să fie montate pentru a asigura un bun contact electric.

f. Spațiul disruptiv exterior să aibe valoarea indicată în proiect, aceasta fiind în funcție de tensiunea liniei, tipul descărcătorului și locul unde este amplasat.

În caz că proiectul nu prevede acest spațiu, se recomandă pentru intervalul disruptiv exterior al descărcătoarelor valorile din tabelul 2.5.

Tabelul 2.5

Intervalul disruptiv exterior al descărcătoarelor și minim admisibil în condiții normale de protecție

Caracteristica	NEUTRUL REȚELEI						
	Izolat				Pus la pămînt		
Tensiunea nominală a rețelei, în kV	3–6	10	20	35	110	220	400*
Cel mai mic interval exterior admisibil, în mm	10	15	40	60	250	—	—
Locul de montare al descărcătorului, în mm:							
a. la începutul porțiunii de linie protejate cu conductor de protecție	10–15	15	40	60	280	900	1 675
b. la bornele stației	15–20	15–20	60	80	300	—	—
c. pe stîlpi de metal fără conductoare de gardă (protecția zonelor liniei cu izolație slăbită)	—	—	60–100	80–100	300	900	1 675
d. pe stîlpi de lemn fără conductor de protecție (protecția zonelor de intersecție)	—	—	100–200	120–200	300–400	—	—

* Datele pentru 400 kV sînt interpolate.

Măsurarea spațiului disruptiv exterior S_1 (intervalul de amorsare exterior), se face cu ajutorul unui șablon gradat din lemn.

În nici un caz intervalul de amorsare exterior nu poate fi mai mic decît cel indicat în tabelul 2.5 pentru tensiunea nominală, tipul liniei respective și instalația protejată.

În caz de neconcordanță între intervalele de amorsare exterioare constatate și cele prevăzute, se va face reglarea acestora prin deplasarea pe conductor a tijei și fixarea ei într-o poziție corespunzătoare sau prin îndoirea acesteia.

g. Mărirea distanței disruptive interioare să fie corespunzătoare, electrozii să fie în bună stare, canalul de fibră să nu fie deformat; spațiul disruptiv interior S_2 trebuie să aibe valoarea indicată în catalogul firmei furnizoare pentru tipul descărcătorului în cauză și arătată în tabelul 2.2.

Mărimea spațiului disruptiv interior se măsoară cu ajutorul unei tije gradate cu cursor, cu diametrul mai mic cu 1—2 mm decît diametrul interior al tubului. Tija se introduce prin capătul deschis al descărcătorului după îndepărtarea indicatorului de funcționare. Acest control pune în evidență și eventuale exfolieri.

Se verifică starea electrodului interior. Dacă se constată abateri, se vor face corectările corespunzătoare:

— se curăță canalul tubului de impurități;

— se pilește vîrful electrodului, se reglează lungimea lui sau se înlocuiește;

— se pilesc capetele ieșite ale steluței (a celui de al doilea electrod al distanței disruptive interioare) în același plan cu gama interioară.

h. Suprafața limită a descărcătorului tubular. Dacă pelicula de lac de pe suprafața descărcătorului prezintă degradări, este decolorată, fără luciu sau arată urme de început de distrugere (crăpături, umflături etc.) descărcătorul trebuie lăcuit după îndepărtarea stratului de lac existent prin șlefuire cu hîrtie de sticlă 0 sau 00 și ștergerea cu neofalină.

În caz de dubiu starea tubului descărcătorului se verifică prin aplicarea unei tensiuni alternative între electrozi și tija scoasă. Tensiunea de încercare este de:

U_{nom}, kV:	6	10	15	25	35	60	110
U_{inc}, kV:	27	35	40	55	65	140	185

i. Continuitatea și starea legăturii la pămînt se vor face cu legăturile la pămînt ale descărcătoarelor dezlegate, procedînd conform celor arătate la subcap. 2.11.

Rezistența de impuls a prizei trebuie să fie cît mai mică: în orice caz să nu depășească 10 Ω. Dacă priza comună nu este corespunzătoare, se amenajează priză separată pentru fiecare fază.

Utilaj folosit:

— mijloc de acces la înălțime în funcție de tipul și înălțimea construcției (platformă de montaj, scară simplă sau dublă, cîrlige cu colți sau tampoane de cauciuc etc.);

— scripete de ajutor cu funie de ∅ 14, și de 50 m;
— nivelă cu bulă de aer;
— șablon de lemn;
— trusă de chei fixe și tubulare;
— clește patent;
— ciocan de 0,5 kg;
— scurtcircuitoare
— căști de protecție;
— centuri de siguranță;
— saci pentru scule;
— echipament de lucru și protecție.

B. **Descărcătoare cu coarne.** Intervalele de protecție fără dispozitive speciale de stingere folosite în R.S.R. sînt realizate, de obicei, sub forma descărcătoarelor cu coarne care favorizează stingerea; arcul fiind lungit și răcit, evită arderea vîrfurilor asigurînd, astfel, stabilitatea caracteristică de protecție, mărește posibilitatea întreruperii curentului electric de însoțire fără întreruperea consumatorului în rețelele compensate sau cu neutrul izolat, prevăzute cu R.A.R.

Descărcătoarele cu coarne sînt folosite în special pentru protejarea instalațiilor de medie tensiune.

Există trei tipuri de descărcătoare:

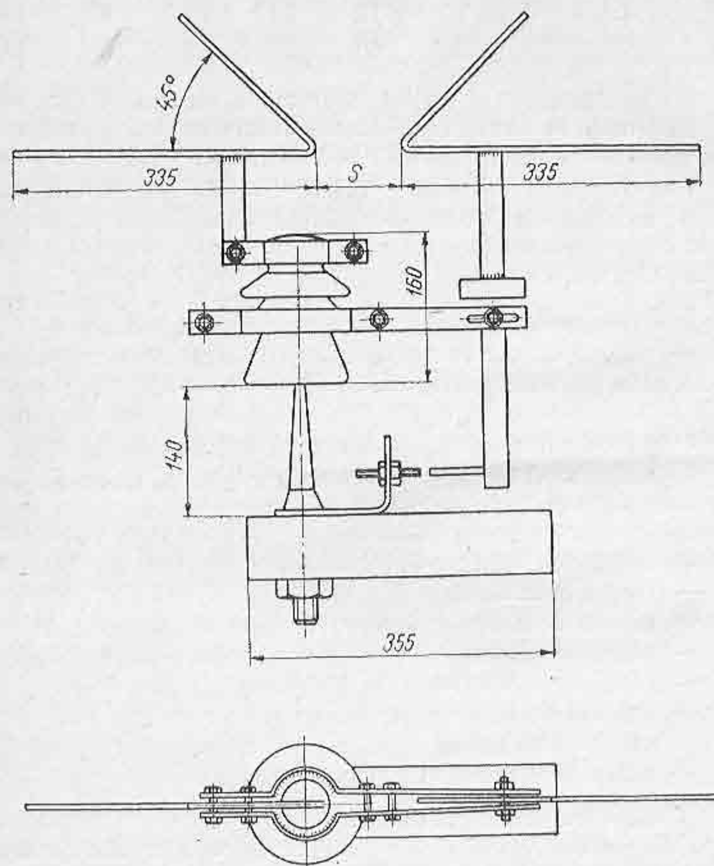


Fig. 2.17. Descărcător cu coarne tip „A".

— descărcătoare cu coarne de tip A (fig. 2.17) cu un singur izolator;

— descărcătoare cu coarne de tip B (fig. 2.18) cu două izolatoare;

— descărcătoare cu coarne de tip C (fig. 2.19) cu două izolatoare și cu paxapasare (cu două spații disruptive).

Descărcătoarele cu coarne sînt utilizate acolo unde este suficientă o protecție grosieră, acolo unde din motive de

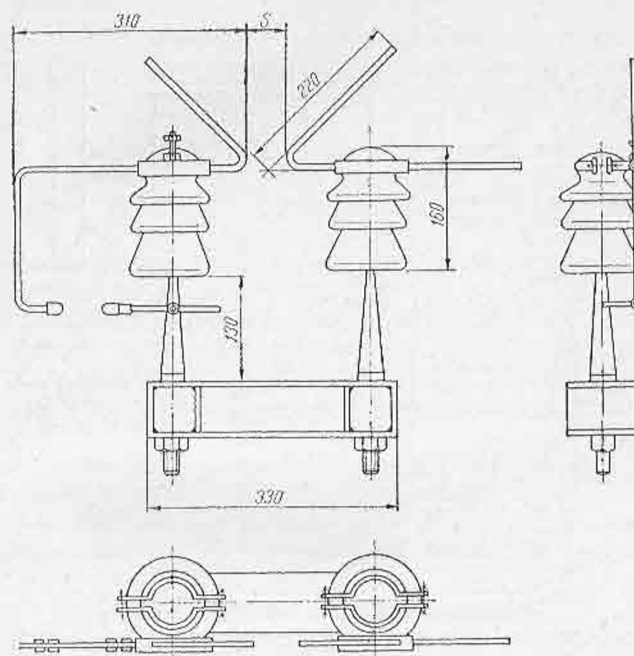


Fig. 2.18. Descărcător cu coarne tip „B".

depășiri a limitelor de rupere, descărcătoarele tubulare nu pot fi montate.

Întrucît există posibilitatea topirii electrozilor la curenți de scurtcircuit intenși, descărcătoarele cu coarne se montează în rețele de curenți de scurtcircuit mic și la protecția posturilor de transformare puțin importante.

Locul de amplasare a descărcătoarelor cu coarne și tipul lor sînt prevăzute în proiect.

Spațiul disruptiv al intervalelor de protecție rezultă din condițiile de coordonare a izolației și el depinde de locul de instalare și de elementele de protejat.

Mărimea spațiului disruptiv trebuie astfel potrivit încît să asigure un raport între intervalul de protecție al eclatorului și nivelul de ținere al utilajului protejat. Acest

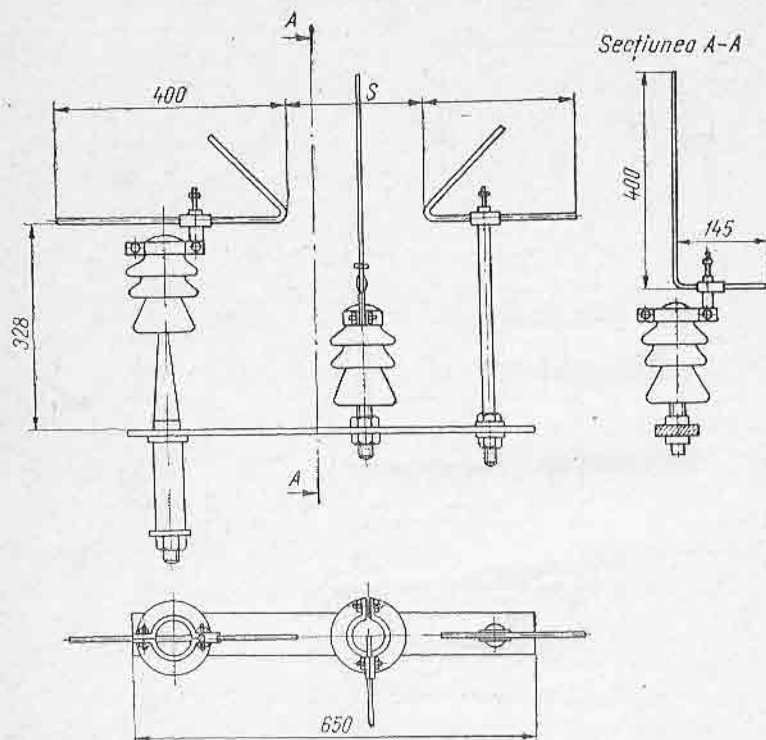


Fig. 2.19. Descărcător cu coarne tip „C".

raport variază între 1,5 și 1,25 în funcție de tensiunea nominală.

În practică, pe baza considerentelor de mai sus, distanțele de reglare 5 necesare în diferite locuri de instalare a descărcătoarelor sînt arătate în tabelul 2.6.

Observație: valorile din paranteză se utilizează atunci cînd linia este deconectată des datorită supratensiunilor interne.

Verificarea descărcătoarelor cu coarne se face cu linia (instalația) scoasă de sub tensiune și pusă la pămînt.

Se verifică:

— locul de aplicare care trebuie să corespundă proiectului;

— dispozitivul de protecție să aibe izolatoare de cel puțin aceiași clasă de izolație ca și izolația de protejat;

— dispunerea coarnelor să fie în plan vertical cu evacuarea în sus;

— dispozitivul să fie montat la partea superioară a instalației (stîlp, post de transformare etc.), pentru a evita întinderea arcului pe fazele vecine și să fie solid fixat pe construcție;

— continuitatea și starea legăturii la pămînt (măsurătorile rezistențelor prizelor se vor face conform subcap. 2.11 cu legăturile la pămînt ale aparatelor dezlegate). Rezistența de impuls a prizei trebuie să fie cît mai mică, în orice caz să nu depășească 10 Ω. Dacă priza comună nu este corespunzătoare se amenajează prize separate pentru fiecare fază;

— distanțele dintre electrozi trebuie să corespundă prevederilor proiectului sau în lipsa acestora datelor din tabelul 2.6; verificarea se face cu ajutorul șabloanelor; se reglează distanța dintre electrozi, dacă este găsită necorespunzătoare;

— electrozii să fie în buna stare, neperlați.

Protecția liniilor electrice aeriene în porțiunile de intrare în stațiile de transformare se realizează astfel:

a. Pe porțiunea de intrare a liniei în stație conductoarele de protecție să realizeze un unghi de protecție de maximum 30° pentru liniile de 110 kV și de 20° pentru liniile de 220 și 400 kV.

La liniile electrice aeriene la care nu se utilizează conductoare de protecție, pe întreaga linie, din următoarele cauze;

— depuneri intense de chiciură (mai mari de 20 mm grosime de strat);

— solul are o rezistivitate mare ($\rho \geqslant 10^5$ Ω cm) trebuie să se monteze conductoare de protecție pe aproximativ 2 km la intrarea liniei în stație.

Tabelul 2.6

Distanțele de reglaj (S) la descărcătoarele de protecție cu coarne

Tensiunea nominală, U_{nom}, kV	Intervalul de amorsare recomandat, cm					
	Pe linii		La posturi		La intrare în stații	
	cu parapasăre	fără parapasăre	cu parapasăre	fără parapasăre	cu parapasăre	fără parapasăre
6	3,5	2	2	1,0	3	1,6
10	4,5	3	3	2	4	2,5
15	5	3,5	4,5(5)	3(3,5)	5	3,5
20	6(8)	4,5(5,5)	6(5)	4(5)	6,5	4,5
25	11	9,5	7(8,5)	5(6,5)	8	6
35						10
110						40
220						120

Rezistența prizelor de legare la pămînt nu trebuie să depășească 10 Ω.

b. La liniile de 110 kV pe stîlpi de lemn cu conductoare de protecție numai pe porțiunile de intrare trebuie să se monteze, la capătul dinspre linie al conductorului de protecție, un set de descărcătoare cu coarne. Valoarea rezistenței prizei de legare la pămînt nu trebuie să depășească 10Ω.

c. La liniile de 110—220 kV cu dublă alimentare, pentru situațiile în care funcționează deconectat la unul din capete, se montează pe ultimul stîlp, la intrarea în stație, un set de descărcătoare cu coarne pentru protecția echipamentului de linie, deconectat de la barele stației. De asemenea, se montează descărcătoare cu coarne la liniile radiale ale căror trasee trec prin zone cu peste 50 zile de furtună pe an.

d. În cazul liniilor radiale care trec prin zone cu mai puțin de 50 zile furtună pe an, nu este necesară protejarea prin descărcătoare cu coarne a echipamentului din celula de linie, cînd întreruptorul de linie este deschis.

Reglajul intervalului de amorsare pentru descărcătoarele cu coarne folosite în rețelele de 110—220 kV se face conform indicatorilor din tabelul 2.7.

Tabelul 2.7

Reglajul intervalelor de amorsare pentru descărcătoarele cu coarne folosite în rețelele de 110—220 kV

Tensiunea nominală a rețelei, kV	Tipul descărcătorului cu coarne	Nivelul de ținere la impuls al izolației, kV_{max}	Nivelul de ținere la 50 Hz al izolației kV_{ef}	Mărimea intervalului de amorsare mm	Tensiunea de amorsare la impuls kV_{max}	Tensiunea de amorsare la 50 Hz kV_{ef}	Coeficientul de protecție k_1	Coeficientul de siguranță la supratensiuni de comutație k_c
110	DCL-110	450 550	185 230	300 400	585 ⩾605	145 175	1,3 ⩾1,1	2,04 2,46
	DCL-110 în zonele poluate	450 550	185 230	400 (450)* 450—550	⩾495 ⩾605	175 (185) 185—192	⩾1,1 ⩾1,1	2,46 (2,6) 2,6—2,7
220**	DCL-220	900 1 050	395 460	1 200 1 300	1 150 1 500	436 540	1,28 1,28	3,12 3,85

* Reglajul se utilizează dacă nu se asigură un factor de comutație mai mic decît 2,5

** Reglajele la 220 kV impun ca schema de 220 kV să nu conțină întreruptoare care să conducă la supratensiuni de comutație mai mari de 2,5 U_f.

Reglajul descărcătoarelor cu coarne este astfel realizat, încît se evită amorsarea descărcătoarelor cînd întreruptorul liniei este închis.

În cazul existenței transformatoarelor de tensiune, inductive pe linie, se admite montarea descărcătoarelor cu coarne pe linie, în cazul în care transformatorul de tensiune inductiv este încercat cu undă tăiată. În caz contrar protecția intrării liniei în stație se realizează cu descărcătoare cu rezistență variabilă.

Utilaje folosite. Mijloc de acces la înălțime, în funcție de tipul și înălțimea construcției (platforme de montaj, scară simplă sau dublă, cîrlige cu colți sau tampoane cu cauciuc etc.):

— scripete de ajutor cu funie ∅ 14 de 40 ml;
— șablon de lemn;
— trusă de chei fixe și tubulare;
— clește patent;
— ciocan de 0,5 kg;
— scurtcircuitoare;
— căști de protecție;
— centuri de siguranță;
— saci pentru scule;
— echipament de lucru și de protecție.

2.15. Verificarea stîlpilor speciali

Prin stîlpi speciali se înțeleg toate tipurile de stîlpi cu sau fără ancore, utilizați la linii cu excepția stîlpilor de susținere de construcție normală.

Sînt considerați stîlpi speciali:

— stîlpii de întindere;
— stîlpii terminali;
— stîlpii de colț;
— stîlpii de derivație etc.

Pentru acestea se fac următoarele verificări specifice:

— stîlpii să fie amplasați în punctele prevăzute în proiect cu axa verticală pe pichet;

— orientarea consolelor să corespundă prevederilor proiectului: la stîlpii de întindere și terminali, consolele

să fie perpendiculare pe aliniament; la stîlpii de colț dirijate după bisectarea unghiului;

— lanțurile izolatoare, clemele și armăturile să fie de tipul celor prevăzute în proiect pentru stîlpul verificat și corect montate;

— corzile la lanțurile de întindere ale stîlpilor să fie executate conform prevederilor din proiect.

În lipsa proiectului distanțele minime de la conductoare la consolă (*d*) și între clemele de legătură electrică (*a*) fig. 2.20 trebuie să fie cele indicate în tabelul 2.8.

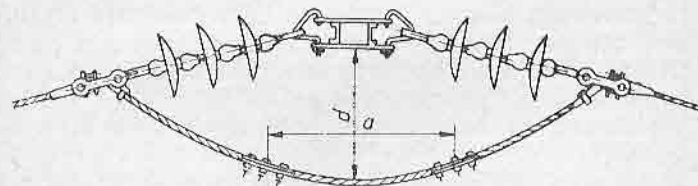


Fig. 2.20. Distanțele minime de la conductoare la console și între clemele de legătură electrice.

Tabelul 2.8.

Distanțele minime de la conductoare la console și între clemele de legătură electrică

Tensiunea liniei, kV	Distanța, m	
	d	*a*
35	0,80	1,00
110	1,20	1,20
220	2,50	2,00
400	4,00	3,00

La stîlpii de colț cu unghiuri ascuțite, se va verifica ca distanța dintre conductoare și părțile stîlpului legate la pămînt, pentru corzile exterioare, să fie, cel puțin cele din tabelul 2.9.

Pentru linii construite la altitudini peste 1 000 m, distanțele prevăzute în tabel se măresc cu 1% pentru fiecare 10 m peste 1 000 m.

Tabelul 2.9

Distanțele minime la temperatura de 15—20°C, pentru linii construite pînă la 1 000 m altitudine

Tensiunea minimală, kV		6—15	20	25	35	110	220	400
Distanța minimă de la conductor la părțile legate la pămînt (în cm)	viteza vînt 0 m/s	20	25	30	40	90	180	290
	viteza vînt 20 m/s	10	15	20	30	80	160	250

În asemenea situații se vor verifica existența lanțurilor de susținere și a contragreutăților montate în corzile exterioare, pentru a îndepărta conductorul de corpul stîlpului (dacă au fost prevăzute în proiect).

Verificarea se face vizual, prin deplasarea la stîlpii respectivi.

Verificarea distanțelor pe stîlp se execută cu linia întreruptă și pusă la pămînt. Pentru măsurarea distanțelor, 2—3 electricieni se urcă pe stîlp în zona coronamentului, și din poziție corespunzător aleasă, măsoară direct distanțele cu ajutorul unei rulete de pînză, a metrului dublu sau a unei șipci gradate în lungime de 2—4 m, corespunzătoare mărimii distanțelor de măsurat.

Înainte de a se urca pe stîlp se verifică lipsa tensiunii pe cele trei faze și linia se pune la pămînt, de o parte și de alte a stîlpului.

Dacă linia nu poate fi scoasă de sub tensiune, măsurarea distanțelor se va face de pe sol, cu ajutorul teodolitului prin nivelment geometric sau trigonometric, după una din metodele arătate la subcap. 2.4.

Verificarea stîlpilor din punct de vedere al îmbinării, verticalității, tensiunii în ancore, se va face conform prevederilor de la subcap. 2.3.

Verificarea clemelor de legătură electrică se va face conform prevederilor de la subcap. 2.5, iar a inscripțiilor de pe stîlpi conform prevederilor de la subcap. 2.10.

Utilaj folosit. Pentru măsurări executate prin urcare pe stîlp se va folosi următorul utilaj:

— binoclu 1 buc.;
— scară de montaj de 4 m 2 buc.;

— ruletă de pînză de 20 m lungime 1 buc.;
— șipci gradate de 2—4 m lungime 2 buc.;
— metru dublu 2 buc.;
— scripete de ajutor cu funie ∅ 14,50 1 buc.;
— chei fixe 1 set;
— chei tubulare 1 set;
— baros 5 kg 1 buc.

Mijloace de protecție:

— echipamentul de protecție (casca, centura de siguranță, cisme și mănuși dielectrice etc.) pentru toată componența echipei prevăzute de N.T.S. pentru locul de muncă respectiv;

— inductoare mobile de tensiune 1 buc;

— prăjini izolante corespunzătoare tensiunii liniei; 1 buc;

— garnituri mobile pentru punerea la pămînt de protecție; 2 buc.

2.16. Verificarea montării corecte și integrale a separatoarelor și instalațiilor speciale prevăzute în proiect

La derivațiile din linia electrică aeriană se verifică vizual dacă separatoarele și inscripțiile prevăzute în proiect sînt montate integral și corect.

În funcție de echipare, asupra aparatajului pe care îl cuprinde derivația respectivă, se efectuează probele aferente arătate la subcap. 2.4 și subcap. 2.9.

Volumul probelor este în funcție de gradul de echipare al derivației respective.

Utilajul necesar se va lua conform indicațiilor de la părțile respective ale subcap. 2.4. și 2.9.

2.17. Verificarea traseului și culoarului liniei

a. **Verificarea traseului.** Verificarea traseului și a pichetajului liniei se face înainte de a se trece la executarea liniei proiectate și constă în:

— identificarea traseului pe baza planului de situație a profilului (acolo unde este cazul) și a liniei de pichetaj din proiect;

— înlăturarea obstacolelor (vegetație înaltă, crengi, tufe, izolate etc.) care ar împiedica vizibilitatea;

— verificarea aliniamentelor cu ajutorul teodolitului și prin jaloane;

— identificarea țărușilor care marchează centrele stîlpilor și verificarea distanței dintre stîlpi;

— controlarea unghiurilor de deviere a liniei.

Verificarea traseului se face prin nivelmentul geometric sau trigonometric cu ajutorul teodolitului sau prin măsurarea directă a distanțelor, acolo unde este cazul. Modul de procedare este arătat la subcap. 2.4.

Utilaj folosit:

— teodolit (tahimetru)	1 buc.;
— stadii	2 buc.;
— jaloane	4—6 buc.;
— panglici cu fișe întinzătoare	1 buc.;
— ruletă	1 buc.;
— binoclu	1 buc.
— mijloc de transport de-a lungul traseului	

b. **Verificarea culoarului liniei.** Verificarea culoarului liniei se execută la terminarea lucrărilor de construcții și înainte de punerea sub tensiune.

Se verifică ca pe tot traseul liniei între proiecția pe orizontală a conductoarelor exterioare extreme la devierea lor maximă și elementele cele mai apropiate ale clădirilor, construcțiilor, proeminențelor terenului, să rămînă cel puțin distanța prevăzută în proiect sau în lipsa acestor indicații în normativul pentru proiectarea și construcția liniilor aeriene de energie electrică pînă la 1 000 V și peste 1 000 V.

Distanțele verificate nu trebuie să fie mai mici decît valorile (exprimate în m) arătate în tabelul 2.10.

● Sub LEA cu tensiuni de 1 000 V și mai mari să nu existe clădiri sau construcții de orice fel cu excepția construcțiilor și instalațiilor din incinta centralelor electrice

Tabelul 2.10

Distanțe minime ale culoarului liniei

Felul proeminentelor sau construcțiilor	Tensiunea de serviciu a liniei, kV				
	Pînă la 1 kV (exclusiv)	De la 1 kV pînă la 20 kV (inclusiv)	De la 20 kV pînă la 110 kV (inclusiv)	220	400
Construcții în condițiile prevăzute în prescripțiile privind construcția liniilor electrice aeriene pînă la 1 000 V. și peste 1 000 V	1,5	2,0	4,0	6,0	10,0
Idem, în dreptul pereților fără ferestre și uși	0,30	2,0	4,0	6,0	10,0
Zone greu accesibile circulației de trecători și vehicule (distanța la planul terenului)	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0
Munți inaccesibili circulației cu stînci abrupte (distanța la planul terenului)	1,0	2,5	3,0	4,0	6,0

Tabelul 2.11

Înălțimea minimă a conductoarelor în dreptul săgeții maxime față de sol

Caracteristica regiunii pe care o traversează	Tensiunea nominală a liniei, kV				
	Pînă la 1 kV (exclusiv)	De la 1 kV la 20 kV (inclusiv)	De la 30 kV la 110 kV (inclusiv)	220	400
Zone locuite și teritoriile întreprinderilor industriale	6	7	7	8	8
Regiuni în afara zonelor locuite, accesibile autovehiculelor și transporturilor agricole	5	6	6	7	8
Rîuri și lacuri nenavigabile pe care se face plutărie (de la nivelul gheții, în timpul iernii)	5	5,5	6	7	8
Zone greu accesibile pentru oameni și transporturi	4	4,5	5	6	7
Rîuri și lacuri nenavigabile și pe care nu se face plutărie (de la nivelul apelor mari la ±15°C)	4	4	4	5	6

Tabelul 2.12

Lățimea culoarului liniei, față de axa sa

Poziția arborilor / Înălțimea arborilor față de conductor	Scs.	Amonte					Aval				
		α=10°	α=15°	α=20°	α=25°	α=30°	α=10°	α=15°	α=20°	α=25°	α=30°
H=10 m	9,25	10	10,5	10,7	10,95	11,0	7,0	5,75	5,0	4,4	3,5
H=15 m	14,8	15,5	15,85	16,0	15,9	15,5	13,0	11,7	10,5	93	8,0
H=20 m	20,0	20,0	20,9	20,9	20,65	20,0	18,5	16,95	15,5	14	12,5
H=25 m	25,3	26,0	26,9	25,8	25,3	24,6	23,5	22,1	20,5	18,8	17,0
H=30 m	30,5	31,0	30,85	30,5	29,9	29	28,5	27,0	25,5	23,5	21,5

și stații de transformare, conexiuni și distribuții, branșamentele aeriene cu tensiuni pînă la 1 000 V.

● Distanțele de la conductoarele LEA în dreptul săgeților maxime la suprafața terenului, apelor etc. să corespundă Normativului pentru proiectarea și construcția liniilor de energie electrică și nu vor fi mai mici decît valorile menționate în tabelul 2.11.

● La trecerea LEA prin păduri, lățimea culoarului să respecte normativul MEE-MEFMC. pentru stabilirea lățimii coridorului se defrișează prin păduri construirea liniilor electrice aeriene P.E. 01572.

Această lățime, în metri, socotită din axă de o parte și alta a liniei este indicată în tabelul 2.12.

● La trecerea LEA prin parcuri, monumente ale naturii, zone verzi în centre populate, zone de protecție de-a lungul căilor ferate și șoselelor, zone interzise de-alungul rîurilor și lacurilor, se va verifica lățimea culoarului stabilită la proiectare, de comun acord cu organizațiile interesate.

În aceste cazuri, distanțele verificate de la conductoarele externe, la devierea lor maximă și pînă la coroanele copacilor trebuie să fie cel puțin:

— la linii cu tensiuni de la 1 kV pînă la 20 kV 2 m;
— la linii de 25—110 kV inclusiv 3 m;
— la linii de 220—400 kV inclusiv 4 m.

● La trecerea prin livezi, grădini cu pomi fructiferi, păduri tinere, lăstăriș, tăierea cordonului nu este obligatorie dacă plantațiile respective nu sînt mai înalte de 4 m.

● Locurile de intersecție a LEA cu căi de apă navigabile să fie marcate cu semnele speciale executate conform prescripțiilor pentru navigația pe căile interioare de apă, ale organului tutelar respectiv.

● Suprafața solului să fi fost amenajată pentru îndepărtarea apei de suprafață de la baza stîlpilor.

● În lungul liniei să existe drum de acces sau cel puțin posibilitatea de acces de la drumurile existente pînă la cel mult 1,5 km de la linie, podețe, peste ape etc.

Verificarea culoarului liniei se face vizual prin deplasarea echipei de-alungul traseului.

În punctele suspecte verificarea gabaritelor pe verticală și orizontală se va face prin nivelment geometric sau trigonometric, cu ajutorul teodolitului sau prin măsurarea directă a distanțelor, după caz.

Modul de procedare este arătat la subcap. 2.4.

Utilaj de folosit:

— teodolit 1 buc.;
— stadii 2 buc.;
— jaloane 4—6 buc.;
— panglici cu fișe întinzătoare 1 buc.;
— ruletă 1 buc.;
— binoclu 1 buc.
— mijloc de transport de-a lungul traseului

2.18. Proba cu tensiune a liniei

Proba cu tensiune a liniei se execută în două etape:

a. Aplicarea unei tensiuni progresive cu ajutorul unui generator separat; această etapă se va aplica ori de cîte ori configurația sistemului permite utilizarea unui gene-

rator pentru probă. În caz contrar, proba nu este obligatorie.

b. Conectarea bruscă a tensiunii nominale de trei ori; această etapă este obligatorie pentru toate liniile.

Înainte de efectuarea probei, în cazul liniilor avînd tensiunea de 110—400 kV se calculează pentru etapa „a" consumul probabil de putere reactivă și se verifică dacă generatorul propus pentru probă poate acoperi acest consum. Pentru etapa „b" în cazul liniilor de 110—400 kV, se calculează tensiunea care trebuie aplicată la unul din capete pentru ca la celălalt capăt să nu depășească tensiunea maximă de utilizare a liniei.

Înainte de efectuarea acestei probe se execută proba indicată la subcap. 2.20 și se verifică funcționarea și reglajul corect al protecțiilor. Temporizarea protecției de suprasarcină a liniei respective se reglează la 0,5 s.

Efectuarea etapei „a". În centrala electrică de alimentare se realizează schema prin care se alimentează linia ce trebuie probată de la un generator separat, înainte de conectarea ultimului întrerupător, excitația generatorului se scade la zero. După conectare, generatorul se excită progresiv uniform, astfel încît să ajungă la tensiunea nominală în 10 minute. În tot acest timp se supraveghează aparatele de măsură de pe tablou și protecția respectivă. Dacă curentul nu depășește curentul de mers în gol al liniei, tensiunile rămîn simetrice și protecția nu lucrează, linia este bună.

Efectuarea etapei „b". Linia se conectează brusc la sistem, observîndu-se aparatele de pe tablou, dacă curentul nu depășește curentul de mers în gol, tensiunile rămîn simetrice și protecția nu lucrează.

Proba se execută de personalul întreprinderilor de exploatare.

2.19. Ridicarea imaginei liniei cu locatorul de defecte

Proba se efectuează numai la liniile electrice aeriene avînd o lungime mai mare de 10 km. La liniile cu tensiunea de 110 kV și mai mult, proba este obligatorie, iar la

liniile cu tensiunea sub 110 kV se face numai la cererea beneficiarului.

La liniile radiale, ridicarea imaginei se face din stația de alimentare și la liniile de interconexiune, ridicarea imaginei se face din ambele capete.

Probe se efectuează la liniile cu dublu circuit la care unul din circuite este sub tensiune (și nu poate fi întrerupt).

Schema de încercare este arătată în fig. 2.21.

Locatorul se conectează succesiv pe cele trei faze.

Locatorul de defecte se manipulează conform instrucțiunilor întocmite de fabricant. Imaginea locatorului se

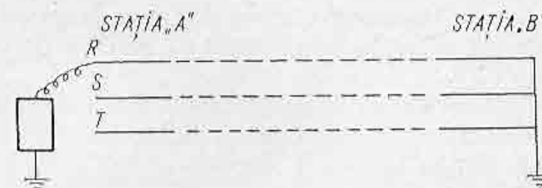


Fig. 2.21. Schema ridicării imaginei LEA.

fotografiază sau, dacă acest lucru nu este posibil, se reproduce prin desenare. Se ridică imaginea pentru fiecare din fazele active.

Utilaj folosit:

— locator de defecte pentru LEA cu anexele respective.

2.20. Proba comenzilor, semnalizărilor și blocajelor întreruptoarelor și separatoarelor

După terminarea tuturor operațiilor de montare și verificare a aparatajului aferent liniei electrice aeriene, se face verificarea comenzilor, semnalizărilor și blocajelor întreruptoarelor și separatoarelor, de către laboratorul unității de montaj.

Verificarea se face în două etape;
— verificare analitică a circuitelor;
— verificarea de sinteză a funcțiunilor.

a. **Verificarea analitică a circuitelor.** Această verificare se face în baza schemei desfășurate de comandă, blocaj și semnalizare.

În acest scop se iau pe rînd circuitele, în ordinea în care sînt trecute în schema desfășurată și se acționează manual elementul de comandă al circuitului controlînd dacă elementul de execuție lucrează corect.

Dacă elementul de comandă este condiționat prin contactele unor elemente suplimentare conectate în serie, acționarea circuitului se va controla în toate ipotezele de funcționare posibile.

Contactele (elemente de comandă) care lucrează în paralel pe același element de execuție se verifică pe rînd, cu circuite separate.

În cazul unor elemente de comandă cu mai multe contacte cuplate mecanic (relee intermediare) se controlează pe rînd funcțiunea fiecăruia din aceste contacte, celelalte fiind izolate.

La încercarea elementelor de execuție care îndeplinesc în continuare funcțiuni de comandă (relee de timp, relee intermediare) contactele lor de ieșire se izolează pentru a nu da naștere la acționări echivoce.

Contactele elementelor menționate la aliniatul precedent se încearcă pe rînd în ordinea în care apar în schema desfășurată cu elemente de comandă.

b. **Verificarea de sinteză a funcțiunilor.** Se dau comenzile în baza cărora trebuie să lucreze echipamentul și se verifică funcționarea corectă a acestuia precum și a semnalizărilor aferente.

În cazul în care există condiționări prin circuite de blocaj, verificarea se face pentru toate situațiile în care s-ar putea afla elementele de blocaj.

Utilaj folosit:
— lampă de control
— indicator de continuitate
— cordoane și cleme de legătură.

2.21. Analiza reglajelor protecțiilor

Această analiză se face de către exploatare în conformitate cu planurile de reglaj ale protecției pe sistem.

2.22. Verificarea parametrilor electrici ai liniei

Parametrii electrici ai liniei, trebuie măsurați la liniile prevăzute cu protecția prin relee de distanță, de inpedanță sau de reactanță.

Parametrii electrici care se măsoară sînt:
— rezistența ohmică;
— impedanța de succesiune directă;
— impedanța de succesiune homopolară.

În cele ce urmează, măsurarea parametrilor electrici va fi tratată separat pentru fiecare parametru.

În cazul liniilor cu dublu circuit, al doilea circuit trebuie scos din funcțiune în timpul măsurării.

a. **Măsurarea rezistenței.** Se recomandă metoda ampermetrului și voltmetrului în curent continuu.

Schema pentru măsurarea rezistenței pe două faze (buclă) este arătată în fig. 2.22.

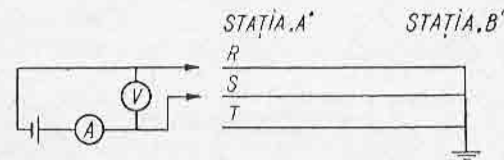


Fig. 2.22. Schema măsurării rezistenței pe două faze.

Aparatele de măsură se conectează pe rînd la fazele *RS*, *ST* și *TR*.

Rezistența unei bucle:

$$R_{rs} = \frac{U}{I};$$

Rezistența unei faze:

$$R_r = \frac{R_{rs} - R_{st} + R_r}{2}$$

$$R_s = \frac{R_{st} - R_{rt} + R_{rs}}{2}$$

$$R_t = \frac{R_{rt} - R_{rs} + R_{st}}{2}$$

În timpul măsurării se va nota temperatura ambiantă.

Utilaj folosit:

— baterie de acumulator 12 V;
— voltmetru magnetoelectric clasa 0,5; 0—20 V;
— ampermetru magneto electric clasa 0,5; 0—5A;
— cordoane flexibile pentru legături;
— două cleme pentru legarea conducătoarelor la linie.

b. **Măsurarea impedanței de succesiune directă.** Schema este arătată în fig. 2.23.

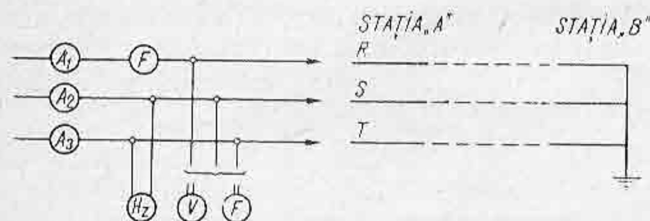


Fig. 2.23. Schema pentru măsurarea impedanței de succesiune directă.

Fazmetrul se conectează succesiv în modul următor:

Înfășurare de curent	*Înfășurare de tensiune*
I_R	U_{RT}
I_S	U_{SR}
I_T	U_{TS}

Se citesc: curenții I_R, I_S, I_T, tensiunile U_{RS}, U_{ST}, U_{TR}, unghiurile $\varphi_1 = \varphi(I_R, U_{RT})$; $\varphi_2 = \varphi(I_S, U_{RS})$; $\varphi_3 = \varphi(I_T, U_{TS})$ și frecvența F.

Se calculează impedanța $Z = \frac{U}{\sqrt{3}} \cdot \frac{50}{F}$ pentru fiecare fază, la 50 Hz.

Se calculează unghiul: $\varphi_a = \varphi_1 + 30°$, $\varphi_S = \varphi_2 + 30°$ și $\varphi_Z = \varphi_3 + 30'$.

Drept impedență directă a liniei se consideră media celor trei impedanțe ale fazelor $\overline{Z} = Z/\varphi$.

Utilajul necesar:

— A_1; A_2; A_3 — ampermetre, clasa 0,5; 0—10A;
— V — voltmetru, clasa 0,5; 0—400 V;
— F — fazmetru, clasa 1,5;
— Hz — frecvențmetru, clasa 0,5; 45—55 Hz;
— cordoane pentru legătură și alimentare.

c. **Măsurarea impedanței de succesiune homopolară.** Schema este arătată în fig. 2.24.

Se citesc;

— curentul I_s, tensiunea U_s, unghiul dintre tensiune și curent φ_s frecvența F, temperatura ambiantă.

Rezultă impedanța buclei trei conductoare — pămînt.

$$Z_s = \frac{U_s}{I_s} \cdot \frac{50}{F}$$

la frecvența 50 Hz.

Impedanța homopolară Z_0 este egală cu $\overline{Z}_0 = 3Z_s/\varphi_s$.

Utilajul folosit pentru măsurătorile de impedanță directă și homopolară:

— $A4$ — ampermetru, clasa 0,5; 0—10A;

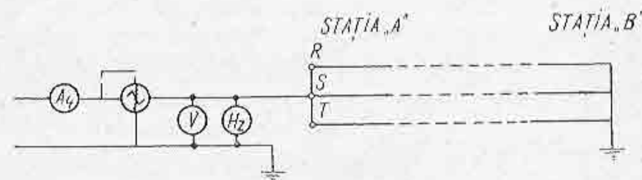


Fig. 2.24. Schema pentru măsurarea impedanței de succesiune homopolară.

— V — voltmetru clasa 0,5; 0—400 V;
— F — fazmetru, clasa 1,5;
— Hz — frecvențmetru, clasa 0,5; 45—55 Hz;
— cordoane pentru legătură și alimentare.

2.23. Verificarea comportării liniei la punerea sub tensiune normală

Verificarea cuprinde două etape:

a. **Verificarea în stația de alimentare;** la prima punere sub tensiune se vor verifica următoarele:

— protecția liniei nu trebuie să acționeze;

— curenții absorbiți de linie în gol (evidențiați pe aparatele de tablou) trebuie să fie reduși — corespunzători curentului de mers în gol a liniei;

— nu trebuie să apară nesimetrii ale tensiunilor la aparatele de tablou pe bara din care este alimentată linia; se admit nesimetrii pînă la 10% din tensiunea nominală.

b. **Verificarea pe traseul liniei;** aceasta se execută noaptea detectîndu-se punctele unde efectul corona este deosebit de puternic, denotînd existența unor vîrfuri ascuțite.

Utilaj folosit. Observațiile se fac la aparatele de tablou din stația de alimentare.

Pe traseul liniei, echipa necesită;

— un mijloc de transport;

— un binoclu.

3. Verificările, încercările și probele liniilor electrice în cablu

3.1. Verificarea traseului cablului și a amenajării acestuia

Se execută de către șeful lucrării de montaj împreună cu delegatul beneficiarului.

Traseul de cabluri se verifică înainte de pozarea cablului pentru a evita zonele în care integritatea cablului ar fi periclitată prin:

— deteriorări mecanice;

— agenți corosivi chimici și influențe electrice;

— influențe electrice posibile datorită vecinătății altor instalații electrice.

Verificarea traseului și a amenajării se face, ținînd seama de proiectul lucrării după care s-a executat traseul indicat. Odată cu verificarea se întocmește și planul de execuție al traseului la scara 1 : 500. Pentru trasee mai lungi se admite scara 1 : 1 000 sau 1 : 2 000.

Respectînd strict normele și instrucțiunile în vigoare la traseele de cable se verifică:

1. Adîncimea șanțului de pozare pe tot traseul și în apropierea clădirilor.

2. Zonele de coroziune chimică prin executarea analizelor chimice ale solului.

3. Intersecția traseului de cable cu alte trasee, verificînd:

a. adîncimea de pozare a cablului;

b. existența și natura tuburilor pereților, mijloacelor de protecție necesare pentru protejarea mecanică, termică, chimică etc.;

c. respectarea distanțelor minime față de aceste trasee și anume:

— străzi;
— piețe;
— intersecții de căi ferate;
— șosele;
— drumuri;
— căi ferate electrice;
— trasee de alte cabluri;
— conducte termice;
— conducte cu gaze;
— aer comprimat;
— conducte cu combustibil.

4. Distanțele minime de la traseul de cabluri și mijloacele de protecție al cablului în cazul:

— conductelor paralele termice;
— de apă;
— de gaze;
— de aer;
— petroliere;
— trasee de cabluri electrice paralele;
— pereților calzi;
— fundații de clădiri;
— puțuri;
— canale;
— tuneluri;
— planșee;
— instalații diverse;
— încăperi cu pericol de explozie;
— combustibili.

5. Să se verifice dacă:

— traseul de cablu nu trece paralel, deasupra sau dedesubtul conductelor de gaze sau lichide combustibile;

— în tunelele sau canalele de pozare ale cablului nu există conducte de gaz sau conducte de lichide combustibil;

— sînt executate lucrările de etanșare ale canalelor pentru a nu permite scurgerea apei în clădiri;

— se respectă pe traseu diferența minimă admisibilă de nivel pentru cablu pozat;

— panta tuburilor de protecție al cablului este respectată;

— toate construcțiile sînt montate și vopsite conform devizului;

— șanțul este prevăzut cu un strat protector de nisip sau pămînt cernut peste care se pozează cablul;

— tuburile de protecție sînt montate conform planului și nu sînt înfundate;

— cablul nu va mai fi pozat pe utilaje, sau dacă va fi, sînt realizate stelajele metalice, ferite de posibilități de deteriorare și acoperite cu ventilația necesară;

— canalele, tuburile, ieșirile au suprafețele finisate, curățate și amenajate pentru prevenirea deteriorărilor;

— tunelele, canalele, încăperile de pozare ale cablului așezate sub nivelul apelor subterane, au pereții impermeabili;

— există lucrări de consolidare și fixare ale cablurilor și terenurile mlăștinoase sau slabe;

— nu se scurg peste traseul de cablu, lichide, corosive.

6. Pozarea cablului nu este admisă dacă:

— nu există certitudinea că nu se vor întîmpla deteriorări ulterioare (mecanice, termice, chimice, electrice) ale cablului ce urmează a fi pozat;

— nu există buletin de încercare al cablului dat de fabrica sau de laboratorul de încercări;

— nu există procese verbale de recepție ale tuturor tuburilor, canalelor, tunelelor, puțurilor, amenajărilor etc.

*

* *

După verificarea traseului și amenajării pregătite pentru pozarea cablului, cu constatarea îndeplinirii indicațiilor de mai sus cît și a proiectului lucrării se poate trece la pozarea cablului.

Utilajul folosit:

— ruletă de 20 m.

3.2. Verificarea aspectului exterior al cablului în timpul pozării și a condițiilor de pozare

Înainte de pozarea cablului se verifică dacă acesta este de tipul și caracteristicile prevăzute în devizul lucrării și se execută de către șeful echipei de montaj.

Se verifică dacă:

— cablul livrat de fabrică pe tambur este protejat la exterior cu scînduri;

— a fost depozitat în conformitate cu normele în vigoare;

— transportul pe distanțe mari a fost făcut în camion sau pe calea ferată;

— la rostogolirea cablului pe distanțe mici, tamburul este îmbrăcat cu scînduri de protecție pentru cabluri;

— tamburele nu sînt deformate prin turtire, operație care ar putea provoca deteriorarea cablului;

— are buletin de fabrică la cerere conform prevederilor standardului sau normei interne de produs;

Se controlează: starea capetelor cablului și corectitudinea etanșărilor precum și starea spirelor superioare (dacă nu au urme de cuie bătute cu ocazia ambalării). În tot timpul, desfășurarea se urmărește amănunțit dacă cablul nu are urme de turtire, cuie sau alte neuniformități. Dacă benzile de oțel sînt strînse etanș pe cablu după derulare. În timpul pozării cablul trebuie protejat contra loviturilor, și fixat pentru evitarea încovoierilor.

De asemenea, se urmărește ca îndoirea cablului să nu depășească curburile admisibile și să fie respectate distanțele minime de la cablu la alte cable, trasee, intersecții.

Încălzirea cablului înainte de derulare, este necesară dacă temperatura mediului ambiant, în ultimele 24 h a scăzut sub următoarele valori:

0°C — pentru cabluri cu izolație de hîrtie și tensiune pînă la 10 kV;

+4°C — pentru cabluri cu izolație din P.V.C.;

+5°C — pentru cabluri cu izolație de hîrtie și tensiuni de 15—35 kV;

+7°C — pentru cabluri cu izolație de cauciuc, armate;

—20°C — pentru cabluri cu izolație de cauciuc în manta de plumb, fără înveliș de protecție.

Dacă temperatura mediului înconjurător este inferioară celor de mai sus, se verifică dacă derularea și încălzirea cablului se face în camera de încălzire și în conformitate cu fișele tehnologice în vigoare, referitoare la montaj.

3.3. Verificarea mostrelor de cabluri

Se verifică calitatea fabricației cablului dacă corespunde cerințelor standardului, după care a fost executat, pentru evitarea defectelor frecvente de fabricație.

Această verificare se execută de către comisia de recepție a unității de montaj la primirea cablului.

De la fiecare tambur al cablului se taie bucăți de cablu de cca 1 m lungime pentru a fi supuse verificărilor și anume:

a. După curățarea capătului de cablu se cercetează simetria vinelor conductoare față de centrul cablului, măsurînd distanțele dintre conductoare. Se măsoară pasul de înfuniere al conductoarelor și celelalte dimensiuni geometrice.

b. Înfășurarea exterioară de iută se desfășoară și se controlează. Ea trebuie să fie tare și uniform impregnată. Nu se admite o impregnare lichidă sau densă. Cea lichidă se scurge ușor și este spălată de ape, iar cea densă se usucă ușor și permite trecerea umidității și acizilor spre armătură și mantaua metalică. Iuta trebuie să fie acoperită, cu un strat suficient de var sau cretă pentru ca la temperaturi ridicate să nu ducă la lipirea cablului de tambur sau la lipirea între cabluri.

c. Armătura din banda de oțel se desfășoară de pe cablu. Panglica ei trebuie să aibe grosimea și înălțimea conform STAS, iar înfășurările ei se acoperă una pe alta cu 1/4 din lățime. Armătura nu trebuie să aibă marginile rupte sau neregulate care ar deteriora montarea de plumb. Ea trebuie să fie înfășurată strîns și să protejeze etanș cablul.

d. Se desfășoară stratul de iută interior și panglica de hîrtie care acoperă montaua de plumb. Iuta va îndeplini condițiile de la subcap. 2.2. Panglicile de hîrtie trebuie să se acopere una pe alta și să fie bine îmbinate, să acopere etanș mantaua de plumb și să cadă perfect pe ea.

e. Mantaua de plumb se curăță cu o cîrpă înmuiată în benzină. Se verifică grosimea și calitatea ei care trebuie să corespundă conform STAS. Mantaua nu trebuie să prezinte crăpături, porozități, bule de aer, reparații proaste, sgîrîieturi adînci, rupturi sau alte defecte. Plumbul să nu aibă o structură sgrunțuroasă, ci netedă. Rezistența mantalei de plumb se verifică introducînd forțat cu cilindru din manta de cca 15 cm pe un con cu raportul dintre diametrul bazei și înălțime de 1 : 5, cînd se lărgește mantaua de 1,5 ori, diametrul inițial, nu trebuie să se rupă.

f. Izolația de hîrtie comună și a conductoarelor se desfășoară; panglica de hîrtie trebuie să fie înfășurată drept și strîns, fără cute și îndoituri, ea nu trebuie să aibe crăpături, rupturi sau tăieturi. Hîrtia nu trebuie să fie fragilă. Masa de impregnare nu trebuie să fie cristalizată, nici prea densă sau prea lichidă. Hîrtia nu trebuie să fie umedă. Umezeala se constată prin apariția spumei, atunci cînd se introduce panglica de hîrtie în masa de cablu topită, sau prin plesnitura ce se aude cînd se introduce panglica de hîrtie în flacăra unui chibrit. La desfășurarea hîrtiei se numără cîte panglici de hîrtie sînt la izolația comună și de faze și se măsoară grosimea lor cu micrometrul. Grosimile trebuie să corespundă conform STAS-ului.

La desfășurarea panglicilor nu trebuie să existe între straturi spații de aer goluri care micșorează rigiditatea dielectrică; a cablului. Aceste goluri sînt limitate la 4 (patru) pentru cablurile de 6—10 kV. La izolația de fază nu se admit suprapuneri de goluri la trei rînduri de panglici. Numărul de goluri (spații de aer) suprapuse la izolația comună și de fază nu trebuie să depășească raportul 1 : 3, adică dacă la izolația comună există o singură suprapunere cu aer, la izolația de fază se admit 3 și reciproc. Crăpăturile de-alungul panglicei de hîrtie mai mari de 50 cm se consideră goluri de aer.

g. Secțiunea conductorului se determină prin însumarea secțiunii firelor care se numără.

Forma vinei conductoare, trebuie să fie regulată. Din ea nu trebuie să apară fire separate; firele nu trebuie să aibe cîrcei, așchii ascuțite.

*

* *

Rezultatele recepției se confruntă cu certificatul de calitate ce însoțește cablul:

Utilajul folosit:

— riglă gradată;
— micrometru;
— șubler;
— lupă măritoare, eventual microscop simplu;
— lampă cu benzină;
— fierăstrău de metal;
— cuțit;
— ciocan de 5 kg;
— clește patent;
— pilă triunghiulară.

Materiale consumabile:

— benzină;
— cîrpe de șters;
— cositor;
— stearină.

După tăierea mostrei se reface imediat capsula de etanșare.

3.4. Măsurarea rezistenței de izolație a cablului

După pozarea cablului și înainte de executarea manșoanelor sau a cutiilor terminale, cablul, se încearcă măsurînd rezistența electrică de izolație. Măsurarea se face atît înainte cît și după proba cu tensiune mărită.

Această măsurare se execută de către laboratorul unității de montaj.

Măsurarea rezistenței de izolație a cablelor de curent alternativ cu tensiuni normale peste 1 kV se face cu

megohmetrul inductor de c.c. de 2 500 V. Pentru cablurile cu tensiuni sub 1 kV de curent alternativ sau continuu, măsurarea se face cu megohmetrul de 1 000 V.

Operația de măsurare se începe cu desfacerea capetelor cablului (tronsonului) și distanțierea fazelor.

Măsurarea rezistenței de izolație a cablului se face măsurînd izolația dintre o fază și celelalte faze legate la mantaua pusă la pămînt; borna megohmmetrului „liniei“ (+) se leagă la faza de încercat, iar borna „pămînt“ (—) la manta (fig. 3.1).

Înainte de aplicarea tensiunii megohmmetrului la cablu montajul fiind realizat, se desface legătura cordonului de

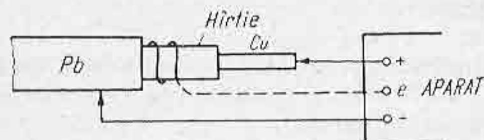


Fig. 3.1. Măsurarea rezistenței de izolație a cablului cu megohmmetrul.

la fază și se confirmă dacă megohmmetrul arată corect prin indicarea valorii infinit. În cazul în care megohmmetrul nu arată valoarea infinit, și izolează megohmmetrul de pămînt printr-un podeț izolant placă izolatoare, covor de vinilin etc. În același scop cordoanele de legătură vor avea izolația de vinilin turnat pe conductor.

Pentru a mări precizia măsurării, se scurtcircuitează punctele între care se va aplica tensiunea megohmmetrului, timp de cîteva minute, pentru a înlătura sarcinile (tensiunile) reziduale, datorită fenomenului de remanență dielectrică.

Această măsură este necesară și în cazul repetării unei măsurători.

Rezistența de izolație a unui cablu se consideră nesatisfăcătoare dacă valorile măsurate nu sînt mai mici decît valorile indicate în tabelul 3.1.

Citirea valorii rezistenței de izolație pe scala megohmmetrului se face după circa 1 (un) minut de la aplicarea tensiunii megohmmetrului, dar numai după stabilirea indicației aparatului.

Tabelul 3.1.

Valori satisfăcătoare ale rezistenței de izolație

Tensiunea nominală, kV	1 kV		3 kV	6 kV	10 kV	15 kV	29 kV
Felul curentului	c.a.	c.a.	c.a.	c.a.	c.a.	c.a.	c.a,
Rezistența de izolație minimă, MΩ/km	2	1	20	50	100	100	100

În cazul cablurilor cu capacitate mare (cabluri lungi sau secțiuni mari) se recomandă utilizarea megohmmetrului de putere mare.

Din cauza fenomenului de încercare și a oscilațiilor de tensiune de-a lungul cablului — puterea megohmmetrului fiind de obicei insuficientă — se recomandă păstrarea unei turații constante a generatorului megohmmetrului și prelungirea timpului de încercare pînă la stabilirea indicației aparatului.

Dacă rezistența de izolație a cablului este mică, se măsoară izolația, ecranînd capetele pentru a elimina eventual curenții de scurgere superficiali, datorită umezirii de suprafață a capetelor cablului. În acest scop se utilizează borna ecran a megohmmetrului.

Dacă și în acest caz rezistența de izolație a cablului este mai mică decît valorile indicate în tabel, cablul nu se manșonează.

Măsurarea rezistențelor de izolație se face pe timp relativ uscat. Nu sînt concludente măsurătorile efectuate pe timp de ploaie, sub ploaie sau timp foarte umed, ceață, lapoviță, chiciură și zăpadă între faze.

După măsurarea izolației, cablul este descărcat prin legarea fazelor în scurt circuit și la manta timp de cîteva minute.

În afară de metoda măsurării izolației cu megohmmetrul se mai pot utiliza metode prin citirea tensiunii și curentului, metoda balistică, metoda electrometrică, metoda punții, metoda cu tuburi electronice.

Aceste metode au dezavantajul că pe lîngă faptul că sînt complicate, tensiunea de lucru este prea mică și nu

dau un indiciu sigur asupra comportării cablului. Singura metodă care mai poate fi utilizată cu mult succes este metoda cu tuburi electronice la tensiuni de lucru mari.

Măsurarea rezistenţei chimice a conductoarelor se face în curent continuu, prin metoda punţii sau V—A, pentru cablurile cu tensiunea de 110—400 V.

Rezultatele măsurării se compară cu valori din buletinul de fabrică.

Pentru orientare trebuie să se aibă în vedere că rezistenţa chimică în curent continuu raportată la secţiunea de 1 mm^2 şi lungimea de 1 m şi la temperatura de 20°C, trebuie să fie:

$\rho \leqslant 0,0184\ \Omega\ mm^2/m$ pentru cupru;

$\rho \leqslant 0,031\ \Omega\ mm^2/m$ pentru aluminiu.

Măsurarea rezistenţei ohmice a ecranelor se face numai în cazul cablurilor de 6—10 kV fără manta metalică (cu ecran individual pe fază sau cu ecran comun). Rezistenţa ohmică a întregii ecrane nu trebuie să depăşească 3,03 Ω/km la 20°C (corespunzător cu 6 mm^2 cupru). În cazul cablurilor cu armătura din sîrmă de oţel, la care ecranul lipseşte, armătura va îndeplini şi aceste condiţii.

La cablurile cu tensiune de 110 kV şi mai mult, se face şi încercarea mantalei exterioare anticorosive cu tensiune redresată. Mărimea tensiunii de încercare şi durata aplicării ei vor fi cele indicate de fabricant.

Utilaj folosit:

— megohmmetrul de 2 500 V c.c. cu inductor, 1 . . . 1 000 MΩ;

— megohmmetrul de 500 sau 1 000 V c.c. cu inductor 0,5 . . . 100 MΩ;

— cable flexibile de 0,25—2,5 mm cu izolaţie de vinilin de lungimi variabile 1—3 m prevăzute cu banane şi cleme crocodil.

Materiale consumabile în timpul măsurării:

— benzină;

— cîrpe de şters;

— cositor;

— conductoare flexibile.

3.5. Măsurarea rezistenţei termice a solului la cabluri de 110 kV şi mai mult (la cererea proiectantului)

Această determinare se execută de către un institut de specialitate numai la cererea proiectantului şi înainte de începerea pozării cablului.

Metode utilizate:

— determinarea rezistenţei termice prin luarea de probe de pămînt şi executarea măsurătorilor termice în laborator;

— determinarea rezistenţelor specifice medii chiar în terenul supus analizei.

Prima metodă prezintă dezavantaje numeroase şi anume: cere existenţa unui laborator cu utilajul termic corespunzător.

Sînt necesare luarea de probe şi transportarea lor în cantităţi cît mai mari pentru a compensa lipsa de omogenitate a solului. Luarea probei, transportul şi depozitarea ei, alterează condiţiile reale ale solului prin pierderea umezelei şi prezentarea unei structuri medii mai nesigure, terenul e departe de a avea o structură omogenă.

Metoda a doua, măsurarea chiar în solul respectiv, nu alterează aproape deloc măsurătorile.

Metoda constă în disiparea unei energii termice de putere cunoscută (care se măsoară), disipare cît mai omogenă în sol, şi măsurarea căderilor de temperatură într-un cîmp termic omogen precum şi a distanţelor între punctele de măsurare a temperaturilor.

Descrierea metodei. La adîncimea de pozare a cablului H (cm) se aşează orizontal ţeava de diametrul D (cm) şi de lungime L (cm) prevăzută în interior cu o rezistenţă electrică, de tip fir spiralizat înglobat în şamotă, iar perpendicular pe axul ei (pe orizontală), la aceeaşi adîncime la mijlocul ţevii se aşează termometre a căror distanţă R (cm) de la axul ţevii sînt cunoscute (fig. 3.2).

Se acoperă ţeava şi termometrele repunînd terenul — solul — în condiţiile anterioare şi cît mai exact prin astuparea şi tasarea terenului.

Se alimentează rezistența electrică din țeavă la tensiunea rețelei și se urmărește indicațiile termometrelor. Cînd regimul termic a devenit aproximativ staționar, in-

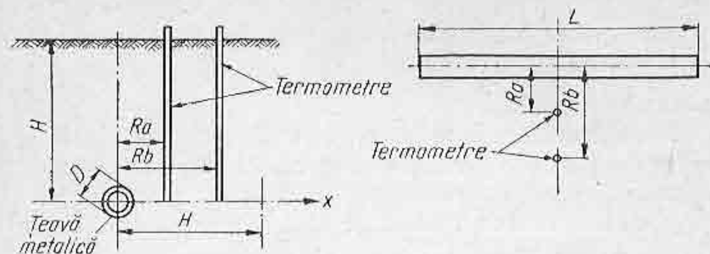


Fig. 3.2. Schema privind metoda de măsurare a rezistenței termice a solului.

dicat prin menținerea în jurul aceleași valori a temperaturii se face citirea termometrelor.

Proba constă în:

— citirea temperaturii termometrelor plasate în cît mai multe locuri;

— măsurarea distanțelor de la axul țevii la termometre;

— aprecierea puterii disipate în țeavă prin măsurarea ei direct cu un wattmetru sau cu destulă aproximație prin citirea tensiunii rețelei la voltmetru.

Formulele utilizate:

— Rezistența termică între două puncte este dată de relația

$$R_T=\frac{T_a-T_b}{P}=\frac{\Delta T}{P}.$$

Considerînd terenul omogen ca structură, expresia rezistenței în funcție de rezistivitate este

$$R_T=\rho_T\frac{1}{2\pi L}\ln\frac{R_b}{R_a}.$$

— Rezistivitatea termică specifică este

$$\rho_T=\frac{2\pi L}{P}\cdot\frac{\Delta T}{\ln\frac{R_b}{R_a}}.$$

Mărimea

$$\frac{2\pi L}{P}=K,$$

este o mărime cunoscută, iar expresia rezistivității termice specifice devine

$$\rho_T=K\frac{\Delta T}{\ln\frac{R_b}{R_a}}=K\frac{\Delta T}{2{,}3\lg\frac{R_b}{R_a}}.$$

— În cazul unui teren omogen (ρ=constant), deci între diferitele citiri și măsurări efectuate, trebuie să avem

$$\frac{T_1-T_2}{\lg\frac{R_1}{R_2}}=\frac{T_2-T_3}{\lg\frac{R_2}{R_3}}=\frac{T_3-T_4}{\lg\frac{R_3}{R_4}}$$

Unități folosite:

ΔT este diferența de temperatură între punctele a și b, în grd;

P — puterea disipată în rezistența la regim stabil, în W;

L — lungimea țevii cu rezistență electrică, în cm;

R_a — distanța de la axul țevii la punctul a, în cm;

R_b — distanța de la axul țevii la punctul b, în cm;

ρ_T — rezistivitatea termică specifică a solului, în °C·cm/W.

Valorile pentru încercări ale cablului, maxime admisibile, din tabele sînt date pentru rezistivitatea termică specifică a solului de ρ_T=70°C·cm/W. Pămîntul are rezistivitatea cuprinsă între 50 și 300°C·cm/W.

Utilaj folosit:

— termometre — pirometre de 1—1,5 m lungime cu scara 0—50°C (sau 0—100°C) 6—10 bucăți;

— țeavă de fier cu rezistență electrică interioară reglabilă pentru 2—3 trepte de putere;

— cordoane de alimentare a rezistenței țevii;

— voltmetru cu scara 0—250 V;

— metru;

— lopată, hîrleț, tîrnăcop.

3.6. Proba cu tensiune mărită a tronsonului de cablu și măsurarea curenților de fugă

Această probă este o încercare intermediară a executantului, pe care o face cînd considerăm că este necesară. Ea se execută de laboratorul unității de montaj.

Proba obligatorie pe baza căreia se poate face darea în exploatare a cablului, este încercarea cablului în întregime.

Cablele cu tensiune nominală de 1 kV sau mai mult se supun probelor cu tensiune mărită. Încercarea se face înainte de manșonare sau executarea capetelor terminale.

Metodele utilizate. Încercarea se face cu tensiune mărită:

— continuă, sau

— alternativă.

În timpul încercării tensiunea trebuie ridicată progresiv și continuu cu viteza de cel mult 1 kV/s de la valoarea zero la tensiunea de încercare. Măsurarea tensiunii de încercare trebuie să se facă cu o eroare maximă de 5%. În funcție de aparatura existentă, măsurarea tensiunii se poate face fie pe partea de joasă tensiune, fie pe partea de înaltă tensiune.

La cablele care au mantaua metalică comună pentru toate conductoarele, încercarea se face astfel:

Se aplică tensiunea între un conductor și mantaua metalică legată la pămînt, la care se conectează și celelalte conductoare. Proba se repetă pentru fiecare conductor în parte.

La cablele cu manta individuală pe fiecare conductor, încercarea se face, aplicînd tensiunea mărită între conductor și mantaua pusă la masă. Din motive de protecția muncii și celelalte conductoare se vor pune la pămînt.

Schemele de încercare ale cablurilor de energie izolate cu hîrtie pentru tensiuni cuprinse între 1 și 35 kV sînt reprezentate în tabelul 3.2.

Instalația de încercare cuprinde:

Un sistem de reglare lină cu tensiune, un sistem de citirea tensiunii și a curentului (de încercare c.c.), un sis-

tem de protecție semnalizare și deconectare a instalației, măsuri de asigurarea protecției muncii operatorului.

Încercarea cu tensiune mărită cu curent continuu. În timpul aplicării tensiunii de încercare se fac citiri simultane ale tensiunii și curentului de scurgere prin izolația de încercat.

Măsurarea curentului de scurgere prin izolație se face la:

— cîteva valori ale tensiunii în perioada de ridicare a tensiunii;

— valoarea tensiunii de încercare.

Se citește curentul de scurgere al unui conductor către celelalte conductoare legate împreună la manta. Citirea se face pentru fiecare conductor în parte.

Citirea curentului, la valoarea tensiunii de încercare se face în ultimul moment al încercării conductorului.

Aprecierea calității izolației se face prin observarea valorii curentului de scurgere și variația lui în comparație cu măsurarea anterioară ca și al coeficientului de asimetrie.

Coeficientul de asimetrie este raportul dintre valoarea cea mai mare și cea mai mică minus unu, al curentului de scurgere măsurat la conductoarele cablului la tensiunea de încercare.

$$a = \frac{I_{max.} - I_{min.}}{I_{min.}} = \frac{I_{max.}}{I_{min.}} - 1.$$

Aprecierea izolației se face după faza cu valoarea cea mai mare a curentului de scurgere stabilizat.

Se consideră că izolația cablului este satisfăcătoare dacă:

— curentul de fugă minim, la tensiunea de încercare, nu este mai mare decît valorile (informativ) din tabelul 3.3;

— nu se observ șocuri ale curentului în timpul aplicării tensiunii de încercare. Șocurile în timpul ridicării tensiunii nu se iau în considerare;

— asimetria curenților de scurgere pe diferitele faze, nu este mai mare de 2;

— curentul de scurgere scade spre sfîrșitul perioadei de încercare.

Tabelul 3.2.

Încercări de tensiune la cabluri

Nr. crt.	Tipul cablului	Schema cablului	Metode de conexiune a conductoarelor cablului în timpul încercării	Încercări ce se efectuează în fabrică — Valoarea tensiunii alternative, kV — cu fir neutru la pămînt	Încercări ce se efectuează în fabrică — Valoarea tensiunii alternative, kV — fără fir neutru la pămînt	Timpul de încercare min	Încercări ce se efectuează după pozare — Valoarea tensiunii în c.a., V — cu neutrul la pămînt	Încercări ce se efectuează după pozare — Valoarea tensiunii în c.a., V — fără neutru la pămînt	Încercări ce se efectuează după pozare — Val. tensiunii în c.c., V — cu neutru pămînt	Încercări ce se efectuează după pozare — Val. tensiunii în c.c., V — fără neutru pămînt	Timpul de încercare min
0.	1.	2.	3.	4	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
1	Cabluri monofazate de 1 kV		Conductorul față de mantaua pusă la pămînt	—	$3U_n$	20	—	$2U_n$	—	$5U_n$	40
	Cabluri monofazate de 3,6 și 10 kV			—	$2{,}75U_n$	20	—	$2.2U_n$	—	$5U_n$	40
2	Cabluri cu două faze		Faza *1* față de faza 2 conectată cu mantaua la pămînt	—	$2.2U_n+1$	15	—	$1{,}65U_n$	—	$5U_n$	30
			Faza *2* față de faza *1* conectată cu mantaua la pămînt	—	$2.2U_n+1$	15/30	—	$1{,}65U_n$	—	$5U_n$	30/60
3	Cabluri trifazate (rotunde sau sectorizate în manta de plumb		Faza *1* față de fazele *(2+3)* și mantaua la pămînt	—	$2{,}2U_n+1$	10	—	$1{,}65U_n$	—	$5U_n$	20
			Faza *2* față de fazele *(1+3)* și mantaua la pămînt	—	$2{,}2U_n+1$	10	—	$1{,}65U_n$	—	$5U_n$	20
			Faza *3* față de fazele *(1+2)* și mantaua la pămînt	—	$2{,}2U_n+1$	10/30	—	$1{,}65U_n$	—	$5U_n$	20/60
4	Cabluri cu patru conductoare		Fazele *(1+4)* față de fazele *(2+3)* și mantaua puse la pămînt	—	$2{,}2U_n+1$	10	—	$1{,}65U_n$	—	$5U_n$	20
			Fazele *(2+3)* față de fazele *(1+4)* și mantaua puse la pămînt	—	$2{,}2U_n+1$	10	—	$1{,}65U_n$	—	$5U_n$	20
			Fazele *(1+2)* față de fazele *(3+4)* și mantaua puse la pămînt	—	$2{,}2U_n+1$	10	—	$1{,}65U_n$	—	$5U_n$	20

Tabelul 3.2. (continuare)

1	1.	2	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
			Fazele (3+4) față de fazele (1+2) și mantaua puse la pămînt	—	$2{,}2U_n+1$	10/40	—	$1{,}6U_n$	—	$5U_n$	20/80
5	Cabluri monofazate pentru 20 și 35 kV		Conductorul față de manta	$\frac{2{,}75U_n}{\sqrt{3}}$	Cablu: 20kV – 40kV; 35kV – 65kV	20	$\frac{2{,}2U_n}{\sqrt{3}}$	Cablu: 20kV – 30kV; 35kV – 55kV	$\frac{4{,}4U_n}{\sqrt{3}}$	Cablu: 20kV – 60kV; 35kV – 110kV	40
6	Cabluri trifazate în mantaua de plumb separate		Faza 1 față de manta	$\frac{2{,}75U_n}{\sqrt{3}}$	40kV 65kV	20	$\frac{2{,}2U_n}{\sqrt{3}}$	30kV 55kV	$\frac{4{,}4U_n}{\sqrt{3}}$	60kV 110 kV	40
			Fața 2 față de manta	$\frac{2{,}75U_n}{\sqrt{3}}$	40kV 65kV	20	$\frac{2{,}2U_n}{\sqrt{3}}$	30kV 55kV	$\frac{4{,}4U_n}{\sqrt{3}}$	60kV 110 kV	40
			Faza 3 față de manta	$\frac{2{,}75U_n}{\sqrt{3}}$	40kV 65kV	20/60	$\frac{2{,}2U_n}{\sqrt{3}}$	30kV 55kV	$\frac{4{,}4U_n}{\sqrt{3}}$	60kV 110 kV	40/20

Tabelul 3.3

Curentul de fugă

U_n, kV	2	3	6	10	35
I, A	500	500	250	350	800

Dacă la tensiunea de încercare curentul are tendința de creștere, sau apar impulsuri de curent, timpul de încercare din tabelul 3.2 se mărește.

Încercarea cu tensiunea mărită alternativă. Valoarea tensiunii de încercare cît și timpul de încercare este dat în tabelul 3.2.

Dispozitivul de reglare al tensiunii trebuie să asigure reglarea continuă a tensiunii la frecvența de 50 Hz care practic trebuie să fie sinusoidală.

Puterea instalației de încercare trebuie să acopere puterea capacitativă luată de cablu la mers în gol monofazat.

Încercarea în curent alternativ nu e posibilă de cele mai multe ori din cauza puterilor prea mari necesare și de aceea se aplică metoda rezonanței în paralel al unui circuit oscilant în care inductivitatea este un self variabil de tensiuni înalte. În acest caz curentul luat de la rețea este mic.

După efectuarea probei, reducerea tensiunii se poate face treptat sau cu orice viteză pînă la valoarea nominală a tensiunii cablului, de la care se poate apoi suprima brusc.

Observație. Metoda încercării în curent continuu, prezintă mai multe avantaje față de metoda în curent alternativ și anume:

— puterea luată de rețea e foarte mică de ordinul zecilor de wați, pentru orice lungime de cablu sau orice tensiune;

— prin măsurarea curentului de scurgere se face aprecierea obiectivă a stării izolației;

— greutatea instalației este foarte mică iar instalația este ușor de manipulat;

— la încercarea în curent alternativ, instalația consumă puteri ce merg pînă la zeci de kVA. Este mult mai voluminoasă și foarte grea și în plus nu permite măsurarea curenților de fugă.

P.E 116/73 al MEE. prevede „Încercarea izolației cu tensiune redresată mărită" în următoarele condiții:

Cabluri cu $U_{nom}>110$ V.

La cablurile cu cîmp radial, tensiunea se aplică succesiv între două conductoare legate între ele și celălalt conductor legat la mantaua metalică (ecran) și pămînt.

La cablurile cu cîmp neradial, tensiunea se aplică între fiecare conductor și mantaua de plumb, sau ecranul corespunzător fazei respective la care se leagă celelalte faze.

La punerea în funcțiune (în cazul în care prin contract nu se specifică alte tensiuni de încercare), tensiunile de încercare și durata sînt cele din tabelul 3.4.

Tabelul 3.4.

Tensiuni de încercare

a. *Cabluri cu izolație de hîrtie*

Tipul cablului	Tensiunea nominală, kV				Durata încercării, min.
	6—10	15—35	110	220	
Cu cîmp radial	3,3 U_n —	3,3 U_n —	— 4 U_n	— 4 U_n	60 15
Cu cîmp neradial	4,5 U_n	4,5 U_n	—	—	30

b. *Cabluri cu izolație din PVC*

Tipul cablului	Tensiunea nominală, kV		Durata încercării, min.
	6	10	
Cu cîmp radial	5,3 U_n	4,75 U_n	15
Cu cîmp neradial	5,3 U_n	4,76 U_n	15

Condițiile care trebuie să le îndeplinească. În timpul încercării cablului, nu trebuie să se producă străpungeri sau conturnări. În tot timpul încercării se va urmări curentul de fugă. Valorile nu sînt normate și se compară cu cele date de fabrica sau cu valorile măsurate anterior.

Curentul de fugă nu trebuie să prezinte variații la tensiunea de încercare.

Coeficientul de asimetrie al curenților de fugă trebuie să fie

$$a=\frac{I_{max}-I_{min}}{I_{min}}=2.$$

În cazul în care curenții de fugă depășesc valorile măsurate precum și în cazul unor coeficienți de asimetrie mai mari decît 2, se va ridica curba

$$I_f=f(U_{încercare}).$$

Tensiunea se va ridica în trepte, iar curentul de fugă stabilizat se va citi după un minut de la atingerea tensiunii corespunzătoare fiecărei trepte.

Curbe $I_f=f(U_{încercare})$ trebuie să fie practic liniară fără a prezenta coturi pînă la tensiunea de încercare.

Utilaj folosit:

— Instalația Kenotron, care acoperă gamele:
tensiunea de la 0 la 110 kV,
curentul de la 0 la 1 000 A.

— Anexele instalației: sistemul de pămîntare, alimentare, iluminare, de protecție a personalului.

— Aparate de emisie recepție pentru 5—10 (sau în lipsă de telefoane).

3.7. Verificarea traseului și amenajării

După terminarea lucrării de montaj a cablului se execută de către șeful lucrării împreună cu delegatul beneficiarului, verificarea respectării traseului și amenajării. Aceasta se va face conform prevederilor de la subcap. 3.1 la care se adaugă următoarele operații:

Se verifică distanțele și pereții despărțitori electro-termoizolanți dintre cablele vecine și trasee.

Dacă în canale și tuburi cablele sînt curățate de iută. Sînt executate etanșările pentru evitarea pătrunderii apei în clădiri.

La capetele cablului și la manșoane, există rezerve de 1,5 m. Rezervele se fac ondulat sau buclat.

Se verifică dacă: este făcută marcarea cablelor peste 1 kV din 2 în 2 m și din 5 în 5 m la cele de 1 kV. Este făcută marcarea la manșoane și cutii terminale. Pe banda de încercare sînt trecute inițialele întreprinderii de montaj, tensiunea nominală, secțiunea, numărul cablului sau destinație. Pe etichetele manșonului: tensiunea, secțiunea, data, destinația cablului.

Se verifică dacă cablul este acoperit cu un strat de nisip, pămînt și peste ele cărămizi. Dacă pămîntul a fost tasat cu apă. Dacă cutiile și manșoanele sînt puse la pămînt. Dacă cutiile au etanșarea perfectă și nu se observă scurgeri de ulei sau masă. Dacă manșoanele din podul de cable sînt izolate termic cu plăci de asbociment.

Se verifică dacă nu se observă la capetele cablului pierderi de ulei, care nu au fost etanșate cu bachelită.

Traseele vor fi marcate exact pe planuri. În terenuri virane, traseele subterane sînt marcate cu pichete de beton cu notarea tensiunii cablului.

Se verifică fixarea și rigidizarea capetelor, cutiilor terminale, consolidarea cablelor verticale și protejarea în țevi de protecție.

Se verifică: dacă există acoperirile de protecție, lipsa îndoiturilor bruște, și razele de curbură.

Peste trasee să nu fie îngrămădit: pămînt, gunoi, zgură, materiale de construcții, obiecte grele.

*

* *

Rezultatele acestor verificări se consemnează într-un proces verbal.

3.8. Stabilirea fazelor cablului

După terminarea operațiilor de montaj, fazele cablului trebuiesc verificate de laboratorul unității de montaj, dacă coincid cu fazele instalației.

Identificarea fazelor se face atent la ambele capete, iar odată cu aceasta, se face și determinarea continuității conductoarelor cablului cu controlul rezistenței chimice.

Se verifică marcarea fazelor făcute de către monteuri.

Utilaj necesar:

— 2 (două) telefoane de campanie;

— ohmmetru sau megohmmetru (sau buzer).

Nu se va folosi aparat de sunat, telefonul sau tensiunea alternativă cu bec de semnalizare de putere mică pentru a evita circuitele false provocate prin inducție.

3.9. Măsurarea rezistenței de izolație a întregului cablu

Măsurarea rezistenței de izolație se face asupra întregului cablu, inclusiv a cutiilor terminale și cuțitelor separatorului de cablu.

Măsurarea rezistenței de izolație se face după terminarea lucrării conform prevederilor de la subcap. 3.4 de către laboratorul unității de montaj.

Măsurarea se face înainte și după proba cu tensiunea mărită.

3.10. Măsurarea caracteristicilor cablului

După terminarea montării cablului se măsoară de șeful lucrării de montaj, următoarele:

1. Lungimea reală a cablului pe tronsoane cu numerotarea lor, inclusiv rezervele existente.

2. Secțiunea cablului. Se trec secțiunile fiecărui tronson în părți măsurate la subcap. 3.3.

Utilaj folosit:

— ruletă de 20 m.

3.11. Măsurarea pierderilor dielectrice şi determinarea curbei tg δ la cablele cu izolaţie fluidă

Măsurarea pierderilor dielectrice se recomandă a fi efectuată la cablele importante, la cablele de 20—35 kV pentru a constata starea de îmbătrînire generală a izolaţiei lor.

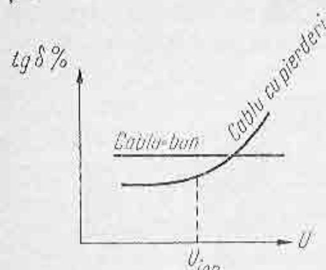


Fig. 3.3. Curba pierderilor de tensiune în dielectric.

Această determinare se execută de către laboratorul unităţii de montaj după terminarea lucrărilor de montare a cablurilor.

Pierderile dielectrice dau o măsură a prezenţei incluziunilor de aer sau gaze în izolaţia cablelor, ce se pot ioniza şi pot degrada cablul.

Tensiunea de ionizare numită şi *prag de ionizare* U_{ion} se constată trasînd curba tg δ funcţie de tensiunea de încercare (fig. 3.3).

Trasarea curbei se face citind la diferite tensiuni de încărcare valoarea lui tg δ plecînd de la tensiunea 0,3 U_n (U_n tensiunea nominală a cablului) pînă la tensiunea de încercare $U_i = 1{,}65\ U_n$.

Pierderile dielectrice maxime admisibile, măsurate la tensiunea de încercare a cablurilor U_i, în curent alternativ, nu trebuie să depăşească pe 1 km de cablu, valorile din tabelul 3.5.

Tabelul 3.5.

Pierderi dielectrice maxime

Tensiunea nominală a cablului	Cabluri izolate cu hîrtie impregnată			Cabluri izolate cu cauciuc şi PVC	
	6 kV	10 kV	20 şi 35 kV	cauciuc	PVC
Pierderi maxime în dielectric tg σ, %	2,5	2	1,5	100	2

La cablele izolate cu hîrtie impregnată, creşterea pierderilor dielectrice de la tensiunea de 0,3 $U_n \geqslant 4$ kV la tensiunea de încercare $U_i = 1{,}65\ U_n$ nu trebuie să depăşească valorile din tabelul 3.6.

Tabelul 3.6.

Creşterea pierderilor dielectrice maxime admise

Tensiunea nominală	6 kV		10 kV		20 şi 35 kV
	Cablu monofazic	Cablu trifazic	Cablu monofazic	Cablu trifazic	Cablu cu banda pe fiecare fază
Creşterea maximă admisă a tg δ de la 0,3 U_n	0,8	1	0,6	0,8	0,3

Măsurarea se face cu puntea Schering.

La măsurare se va ţine cont ca la capetele cablului, din cauza ionizării, apar pierderi mari. De aceea se iau măsuri speciale de ecranare.

Utilaj folosit:

— puntea Schering;
— anexe: sistemul de alimentare;
de protecţie;
ecranare.

3.12. Proba cu tensiune mărită a întregului cablu şi măsurarea curenţilor de fugă

Se execută de către laboratorul unităţii de montaj.

După terminarea operaţiei de montare a întregului cablu, acesta se supune întreg, la proba de tensiune mărită conform prevederilor de la subcap. 3.6.

Rezultatele măsurărilor se compară cu datele din tabele.

Se supune încercării cu tensiune mărită întreg cablul inclusiv cutiile terminale şi cuţitele separatorului de cablu.

3.13. Ridicarea imaginii cablului cu locatorul de defecte

Aceasta se execută de către laboratorul unității de montaj după terminarea tuturor operațiilor de montaj și verificarea cu ajutorul locatoarelor de defecte de cabluri, se face fotografierea imaginii cablului.

Imaginea se execută, conform instrucțiunilor de folosire a aparatului utilizat, care trebuie să fie dotat cu aparat fotografic adaptat în acest scop.

3.14. Verificarea instalațiilor speciale prevăzute pentru exploatare

Verificarea instalațiilor speciale prevăzute pentru exploatarea cablelor de 110 kV și mai mult, în uleiuri (cu rezervoare de expansiune, pompe de circulație, manometre de controlul presiunii uleiului etc.) se face conform instrucțiunilor furnizorului instalației.

Aceste încercări se face de un laborator de specialitate în prezenta beneficiarului.

3.15. Proba comenzilor, semnalizărilor și blocajelor la întreruptoare și separatoare

După terminarea tuturor operațiilor de montare și verificare al aparatajului aferent cablului se face verificarea comenzii, semnalizării și blocajelor.

Se execută de către laboratorul unității de montaj.

Verificarea se face în două etape:

— verificarea analitică a circuitelor;
— verificarea de sinteză a funcțiunilor.

Verificarea analitică a circuitelor. Această verificare se face în baza schemei desfășurate de comandă, blocaj și semnalizare. În acest scop se iau pe rînd circuitele, în ordinea în care sînt trecute în schema desfășurată și se acționează manual elementul de comandă al circuitului controlînd dacă elementul de execuție lucrează corect.

Dacă elementul de comandă este condiționat prin contactele unor elemente suplimentare conectate în serie, acționarea circuitului se va controla în toate ipotezele de funcționare posibile.

Contactele (elementele de comandă) care lucrează în paralel pe același element de execuție se verifică pe rînd, ca circuite separate.

În cazul unor elemente de comandă cu mai multe contacte cuplate mecanic (relee intermediare) se controlează pe rînd funcționarea fiecăruia din aceste contacte, celelalte fiind izolate.

La încercarea elementelor de execuție care îndeplinesc în continuare funcțiuni de comandă (relee de timp, relee intermediare) contactele lor de ieșire se izolează pentru a nu da naștere la acționări echivoce.

Contactele elementelor menționate la aliniatul precedent se încearcă pe rînd în ordine în care apar în schema desfășurată ca elemente de comandă.

Verificarea de sinteză a funcțiunilor. Se dau comenzile în baza cărora trebuie să lucreze echipamentul și să verifice funcționarea corectă a acestuia, precum și a semnalizărilor aferente.

În cazul în care există condiționări prin circuite de blocaj, verificarea se face pentru toate situațiile în care s-ar putea afla elementele de blocaj.

Se vor executa următoarele cicluri, aplicînd dispozitivelor de acționare parametrii indicați mai jos:

— 15 acționări la tensiunea, respectiv presiunea normală;
— 5 acționări la tensiunea, respectiv presiunea minimă;
— 5 acționări la tensiunea, respectiv presiunea maximă.

Funcționarea trebuie să fie fără defecțiuni. Nu se face nici un reglaj în timpul acestor încercări.

3.16. Analiza reglajelor protecțiilor

Această analiză se face de către exploatare în conformitate cu planurile de reglaj al protecției pe sistem.

Înainte de punerea în funcțiune a instalațiilor noi, trebuie să fie făcută punerea la punct (stabilirea reglajului),

la fiecare releu în parte şi executarea probelor individuale şi pe ansamblu.

Verificarea se face cu montaje de curent, de tensiune sau cu montaje speciale, conform instrucţiunilor specifice.

Aceste analize şi încercări trebuie să corespundă valorilor înscrise în planul de reglaj.

3.17. Verificarea comportării cablului la punerea sub tensiune nominală

Verificarea se face la punerea în funcţiune de probă conform cerinţelor exploatării şi în conformitate cu normativele în vigoare.

ANEXĂ

Aparate de măsurat fabricate în R.S.R. folosite pentru încercări şi verificări electrice

Mijloacele de măsurat mărimi electrice, de tablou şi portabile, sînt aparate electrice indicatoare şi înregistratoare, contoare de energie electrică, transformatoare de măsură, şunturi şi rezistenţe adiţionale, folosite în instalaţii cu tensiunea pînă la 1 000 V sau mai mare. Mijloacele de măsurat folosite trebuie să satisfacă condiţiile tehnice şi de funcţionare impuse în instrucţiunile de verificare, elaborate de către organele în drept. În continuare sînt prezentate pe scurt aparatele necesare pentru executarea măsurărilor la punerea în funcţiune a liniilor electrice, care se fabrică în R.S.R., cu destinaţie, descriere, caracteristicile tehnice şi modul de folosire.

A.1. Ampermetru portabil pentru curent alternativ

Simbol: AP-5

Destinaţie. Ampermetrul portabil AP-5 este un aparat de tip electromagnetic, ecranat şi este destinat măsurărilor efectuate în condiţii de teren sau în laborator.

Caracteristici tehnice:

— Domeniul de măsurare:
AP 51: 0—0,21 A;
AP 52: 0—1—5 A;
AP 53: 0—5—20 A.
— Clasa de precizie: 1.
— Poziția de funcționare: orizontală.
— Lungimea scării gradate: cca. 120 mm.
— Greutatea: ≈ 1,6 kg.

A.2. Voltmetru portabil pentru curent alternativ

Simbol VP-5

Destinație. Voltmetrul portabil VP-5 este un aparat de tip electromagnetic ecranat și este destinat măsurărilor efectuate în condiții de teren sau în laborator.

Caracteristici tehnice:

— Domeniul de măsurare:
VP-51: 0—30—75 V;
VP-52: 0—150—300 V;
VP-53: 0—300—600 V.
— Clasa de precizie: 1.
— Lungimea scării gradate: cca. 120 m.
— Greutatea: 1,6 kg.

A.3. Megohmmetru tranzistorizat MT-5/10

Simbol: MT-5/10

Destinație. Megohmmetrul tranzistorizat este un aparat portabil destinat măsurării rezistenței de izolație a instalațiilor și aparatelor electrice.

Descriere. Aparatul este utilizat cu schemă de legometru magnetoelectric. Curentul continuu necesar măsurării rezistenței de izolație se obține de la un convertor cu transformator, într-o schemă cu două tranzistoare în contra timp și cu diode redresoare.

Tensiunea de măsurare poate fi de 500 sau 1 000 V.

Caracteristici tehnice:

— Tensiunea de încercare (comutabilă): 500 sau 1 000 V.c.c.

— Domeniul de măsurare: 0,5 . . . 100 MΩ.

— Clasa de precizie: 2,5.

— Poziția de funcționare: orizontală sau cu înclinație maximă de 30°.

— Tensiunea de alimentare (două baterii uscate, obișnuite): 9 V. c.c.

— Greutate: 2,2 kg.

Mod de folosire. În timpul utilizării megohmmetrului, respectarea normelor de protecție a muncii prevăzute de „Normativul de protecție a muncii pentru instalații electrice" este obligatorie. Pentru a se evita descărcarea inutilă a bateriilor, aparatul este prevăzut cu un buton care închide circuitul de alimentare numai în timpul efectuării măsurării rezistenței de izolație. Controlul bateriilor se face periodic prin apăsare pe butonul de control, verificîndu-se dacă acul indicator se stabilește la semnul roșu pe cadran.

A.4. Megohmmetru tranzistorizat MT-25/2

Simbol: MT-25/2

Destinație. Megohmmetrul tranzistorizat este un aparat de măsurat portabil destinat măsurării rezistenței de izolație a instalațiilor și aparatelor electrice.

Descriere. Aparatul este realizat cu schema de lagometru magnetoelectric. Curentul continuu necesar măsurării rezistenței de izolație se obține de la un convertor cu transformator, într-o schemă cu tranzistoare în contra timp și cu diode redresoare.

Tensiunea de 2 500 V c.c. se obține folosind o schemă de redresare cu patru circuite de multiplicare montate între ieșirea convertorului și sarcina.

Caracteristici tehnice:

— Tensiunea de încercare: 2 500 V.c.c.
— Domeniul de măsurare: 1 . . . 1 000 MΩ.
— Clasa de precizie: 2,5.

— Poziția de funcționare: orizontală sau cu înclinație maximă 30°.

— Tensiunea de alimentare: (două baterii uscate, obișnuite) 9 V c.c.

— Greutatea: 2,2 kg.

Mod de folosire. În timpul utilizării aparatului respectarea normelor de protecție a muncii prevăzute în „Normativul de protecție a muncii pentru instalații electrice" este obligatorie. Pentru a se evita descărcarea inutilă a bateriilor, aparatul este prevăzut cu un buton care închide circuitul de alimentare numai în timpul efectuării măsurării rezistenței de izolație. Controlul bateriilor se face periodic prin apăsarea pe butonul de control, verificîndu-se dacă acul indicator se stabilește la semnul roșu de pe cadran; în caz contrar se înlocuiesc bateriile.

A.5. Voltampermetru portabil pentru curent alternativ

Simbol: VAP-5

Destinație. Voltampermetru este un aparat de măsurat portabil electromagnetic. Fiind ecranat poate fi utilizat și în cazul influențelor perturbatoare maxime.

Descriere. VAP-5 are două limite de măsurare. Citirea indicațiilor se face fără ecran de peralaxă, aparatul avînd cadran cu oglindă și acul indicator în formă de lamă. Dispozitivul de măsurat este ecranat împotriva influenței cîmpurilor magnetice exterioare. Carcasa aparatului confecționată din material plastic, este prevăzută cu borne de tip universal (fig. A.1).

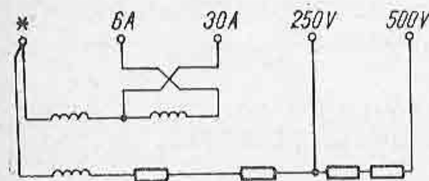


Fig. A.1. Schema legăturilor interioare la VAP-5.

Caracteristici tehnice:

— Domeniul de măsurare (comutabil):
tensiuni: 250; 500; 50 Hz,
curent: 6; 30 A.

— Clasa de precizie: 1.

— Poziția de funcționare: orizontală.

— Greutate: 1,5 kg.

Modul de folosire. Racordarea aparatului în circuit se face numai cu conductoare flexibile izolate și prevăzute cu banane sau papuci.

A.6. Cleşte ampermetric de înaltă tensiune

Simbol: CAIT

Destinație. Cleștele ampermetric de înaltă tensiune este un transformator de intensitate care permite măsurarea curentului ce trece printr-un conductor sau cablu de înaltă tensiune, fără întreruperea curentului.

Descriere (fig. A. 2). Cleștele ampermetric de înaltă tensiune se compune dintr-un transformator de curent de tip bară, realizat cu impedanțe corespunzătoare celor patru trepte de măsurat, un comutator cu patru poziții pentru conectarea treptelor de curent și un miliampermetru magnetoelectric cu redresor.

Impedanțele, comutatorul, aparatul de măsurat și puntea sa de redresare sînt introduse într-o carcasă metalică.

Bobina transformatorului de curent, este protejată de o carcasă de plexiglas, iar cele două laturi ale circuitului magnetic sînt montate într-o armătură neferoasă care permite deschiderea sau închiderea miezului. Închiderea miezului se asigură cu ajutorul unui resort.

Treptele de măsurat se obțin prin comutarea unor impedanțe de valoare adecvată în paralel cu secundarul transformatorului. Valoarea impedanței se alege astfel încît pe fiecare treaptă, este gradată de la zero la limita treptei respective.

Pentru protejarea operatorului față de tensiunea înaltă cleștele ampermetric este prevăzut cu mînere izolante:

posibilitatea de apucare a mînerului este limitată de două rondele izolante.

Caracteristici tehnice:

— Domeniul de măsurare: 0—30; 0—100; 0—1 000 A.

— Clasa de precizie: 5.

— Frecvența curentului măsurat: 50 Hz.

— Tensiunea maximă a conductorului de măsurat: 10 kV; 50 Hz.

— Deschiderea maximă a cleștelui: 70 mm.

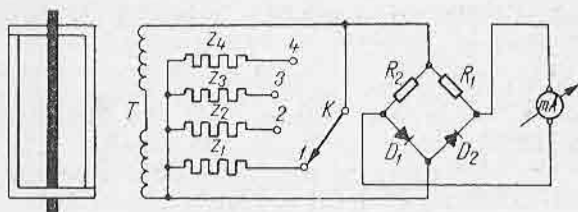


Fig. A.2. Schema de principiu a CAIT.

Mod de folosire. În timpul folosirii cleștelui ampermetric de înaltă tensiune, respectarea normelor de protecția muncii prevăzute de „Normativul de protecție a muncii pentru instalații electrice" este obligatorie.

Măsurarea se realizează prin așezarea comutatorului pe treapta care corespunde valorii maxime a curentului ce poate să apară în conductorul respectiv; în cazul în care nu există o informație sigură, comutatorul se așează pe treapta maximă. Apoi, conductorul se cuprinde în cleşte prin deschiderea și închiderea circuitului magnetic.

Operatorul trebuie să prindă cu mîinile numai porțiunea limitată a mînerelor electroizolante. Aparatul indică direct valoarea curentului care trece prin conductor.

Pentru protejarea operatorului, aparatului indicator și a izolației înfășurării secundare, trecerea de pe o treaptă de curent pe alta nu este permisă decît atunci cînd cleștele este scos din funcțiune și îndepărtat de instalație.

A.7. Cleşte ampermetric de joasă tensiune

Simbol: CAJT.

Destinație Cleștele ampermetric de joasă tensiune este un transformator de intensitate care permite măsurarea curentului ce trece printr-un conductor sau cablu de joasă tensiune fără întreruperea circuitului.

Descriere. (fig. A.3). Cleștele ampermetric de joasă tensiune se compune dintr-un transformator de curent de tip bară, realizat cu impedanțe corespunzătoare celor patru trepte de măsurat, un comutator cu patru poziții pentru conectarea treptelor de curent și un miliampermetru magnetoelectric cu redresor, impedanțele, comutatorul, aparatul de măsurat și puntea de redresare sînt introduse într-o carcasă de bachelită.

Înfășurarea secundară este realizată din două bobine înseriate, cîte una pe fiecare braț. Cele două laturi ale circuitului magnetic sînt montate fiecare într-o armătură neferoasă care permite închiderea sau deschiderea miezului.

Treptele de măsurat se obțin prin comutarea unor impedanțe de valoare corespunzătoare, în paralel cu secundarul transformatorului.

Valoarea impedanței se alege astfel încît pe fiecare treaptă ampermetrul să măsoare același curent. Scara

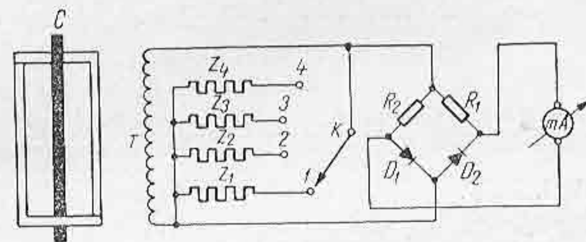


Fig. A.3. Schema de principiu a CAJT.

aparatului fiind gradată de la zero la limita treptei respective.

Pentru protejarea aparatului, cleștele ampermetric este prevăzut cu un mîner izolant.

Caracteristici tehnice:

— Domeniul de măsurare: 0—20; 0—60; 0—200; 0—600 A.

— Clasa de precizie: 5.

— Frecvența curentului de măsurat: 50 Hz.

— Tensiunea maximă a conductorului de măsurat: 250 V (între faze și nul).

— Deschiderea maximă a cleștelui 65 mm.

Mod de folosire. În timpul folosirii cleștelui ampermetric de joasă tensiune trebuie să se respecte măsurile prevăzute de „Normativul de protecție a muncii pentru instalații electrice".

Măsurarea se realizează prin așezarea comutatorului pe treapta care corespunde valorii maxime a curentului care poate să apară în conductorul respectiv; în cazul în care nu există o informație sigură, comutatorul se așază pe treapta maximă. Apoi, conductorul se cuprinde în clește prin deschiderea și închiderea circuitului magnetic. Operatorul trebuie să prindă cu mîinile numai mînerul și trăgaciul electroizolant.

Aparatul indică direct valoarea curentului care trece prin conductor.

Pentru protejarea operatorului, a aparatului indicator și a izolației înfășurării secundare, trecerea de pe o treaptă de curent pe alta nu este permisă decît atunci cînd cleștele este scos din funcțiune și îndepărtat de instalație.

A.8. Indicator de succesiune a fazelor

Simbol: DSF.

Destinație. Indicatorul servește la stabilirea succesiunii fazelor, surselor de alimentare trifazate, în scopul legării corecte în instalație a aparatelor și dispozitivelor electrice, a căror funcționare este condiționată de succesiunea fazelor rețelei.

Descriere. Indicatorul funcționează pe principiul inducției și este format din următoarele elemente:

— trei electromagneți ale căror axe geometrice formează în plan unghiuri de 120°, avînd înfășurările legate în stea;

— disc de aluminiu fixat pe un ax care se rotește în lagăre și pe care este trasată o spirală indicatoare a succesiunii fazelor (fig. A.4).

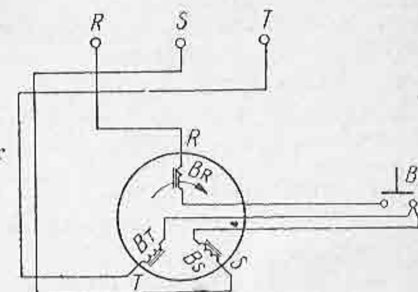


Fig. A.4. Schema legăturilor interioare la D.S.F.

Caracteristici tehnice:

— Domeniul de utilizare: 3 × (60 . . . 500) V, 50 Hz.

— Greutatea: 0,5 kg.

Mod de folosire. Pentru succesiunea directă a fazelor R S T, rotirea discului are sensul acelor de ceasornic (spirala se desfășoară), iar pentru succesiunea inversă S R T rotirea discului are sens opus mișcării acelor de ceasornic (spirala se strînge).

A.9. Indicator de continuitate a circuitelor

Simbol: I.C.C.

Destinație. Este un aparat utilizat pentru verificarea continuității circuitelor electrice, care indică informativ și valoarea rezistenței circuitului controlat cînd aceasta este mai mică de 500.

Descriere. Aparatul funcționează pe principiul instrumentelor de măsură magnetoelectrice (fig. A.5).

Este alimentat de la un element de 1,5 V obținut dintr-o baterie obișnuită de 4,5 V care se găsește într-un compartiment al aparatului, ușor accesibil din exterior. Aparatul este echipat cu două cordoane prevăzute cu testere de culori diferite.

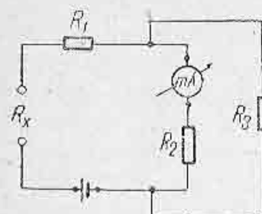


Fig. A.5. Schema legăturilor interioare la I.C.C.

Caracteristici tehnice:

— Tensiunea elementului de alimentare: 1,5 V.
— Lungimea scării gradate (în ohm): 60 mm.
— Poziția de funcționare: orizontală.
— Greutatea: ≈ 0,3 kg.

Mod de folosire. Pentru utilizare se aplică testerele la capetele circuitului de verificat (cleme de șir, borne, contacte etc.). La înlocuirea elementului descărcat trebuie să se respecte polaritatea.

A.10. Prăjina izolantă pentru linii aeriene de înaltă tensiune

Simbol: P-110

Destinație. Prăjina izolantă este utilizată la măsurarea repartiției tensiunii pe lanțurile izolatoare și a căderilor de tensiune în punctele de înnădire a conductoarelor liniilor de înaltă tensiune folosind după caz unul din cele două dispozitive speciale cu care este prevăzută prăjina.

Descriere (fig. A.6). Prăjina izolantă se compune din trei părți distincte:

— prăjina izolantă propriu-zisă, constituită din cinci tronsoane izolante (mîner plus patru tronsoane active) cu lungimea de cca. 1 050 mm fiecare și grosimea între 28 și 35 mm;

— dispozitivul I pentru măsurarea repartiției tensiunii pe lanțurile de izolatoare; acesta constă dintr-o tijă izolantă prevăzută la capete cu o pereche de coarne distanțate la 200 mm. (lungimea maximă posibilă între capăt și cîrlig). Această pereche de coarne pune în serie o capacitate de 45—50 pF și spațiul disruptiv de la 0 la 25 kV) reglabil de la baza prăjinii, prin răsucirea dispozitivului de către operator;

— dispozitivul II pentru măsurarea căderilor de tensiune în punctele de înnădire (cleme) ale conductoarelor liniilor de înaltă tensiune: dispozitivul este constituit dintr-o tijă izolantă prevăzută la ambele capete cu două cîrlige-cuțit (distanțate la cca 570 mm porțiune pe care se compară căderile de tensiune pe cablu și pe clemele de înnădire).

Cîrligele cuțit sînt legate prin două cordoane, la un aparat indicator cu două sensibilități, care se comută printr-o cheie — schimbător. Fiecare diviziune de la 2 la 10 marcată pe cadranul aparatului indicator, reprezintă multiplul căderii de tensiune unitate (tensiunea care corespunde la a cincea parte din scară, aparatul funcționînd la sensibilitatea maximă).

Caracteristici tehnice. Domeniul de utilizare:

— tensiunea maximă: 110 kV, 50 Hz;
— măsurarea repartiției tensiunii pe lanțurile de izolatoare la liniile cu tensiunea maximă 25 kV.

Modul de folosire. În timpul folosirii prăjinii izolante de înaltă tensiune respectarea normelor de protecție a

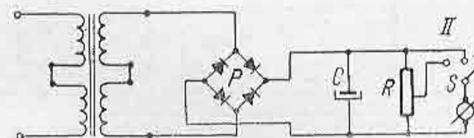


Fig. A.6. Schema de principiu la P.110.

muncii, prevăzute în „Normativul de protecție a muncii pentru instalațiile electrice" este obligatorie.

Pentru efectuarea măsurărilor pe liniile de 110 kV se folosește tronsonul-mîner, plus tronsoane active, după caz, însă nu mai puțin de trei tronsoane active.

Din punct de vedere funcţional, măsurarea se efectuează în curent alternativ prin metoda comparaţiei.

Descriere (Fig. A.8). Trusa este realizată sub forma unui aparat portabil, alimentat cu şase baterii uscate de 1,5 V. Conţine două părţi distincte; trusa propriu-zisă şi

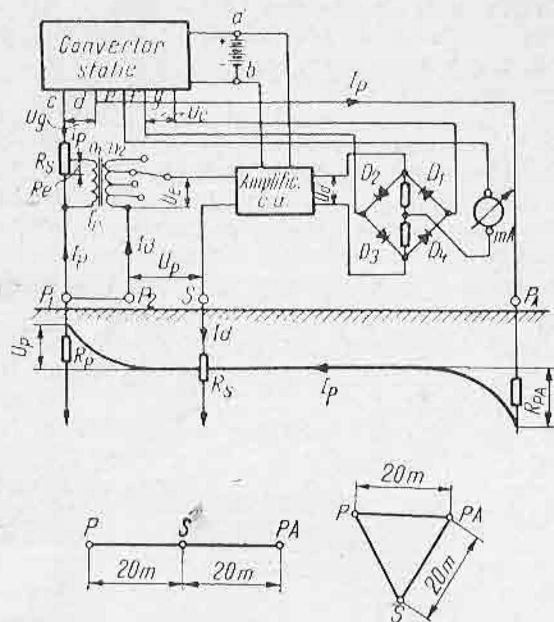


Fig. A.8. Schema bloc a APP-2.

rastelul cu anexe. Aparatul este tranzistorizat şi se compune dintr-un convertor static care asigură tensiunea alternativă cu frecvenţa de 75 Hz un transformator de măsură T_2, un amplificator de curent alternativ şi un detector sincron format dintr-un redresor în inel şi un aparat de zero (mA).

Caracteristici tehnice:

— Domeniul de măsurare (comutabil): 1; 10; 100; 1 000.

— Clasa de precizie: 5.

— Tensiunea de alimentare (şase elemente de 1,5 V): 9 V.c.c.

— Greutatea:

trusa propriu-zisă: ≈4,3 kg;

rastelul cu anexe = 10 kg.

Mod de folosire. Prizele de pămînt se desfac de orice legătură care ar putea influenţa rezultatele măsurării. Pentru efectuarea măsurării propriu-zise se folosesc două conde (prize auxiliare *PA* şi sonda *S*) care se bat în pămînt la adîncimea de 0,3—1 m, după natura terenului. Dispunerea sondelor, împreună cu priza de pămînt, trebuie să formeze un triunghi echilateral sau o linie dreaptă, avînd distanţa între aceşti electrozi de 15—20 m.

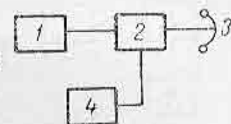
A.13. Căutător tranzistorizat de defecte în cabluri prin metoda inducţiei

Simbol: R.C.I.-2

Destinaţie. Căutătorul de defecte în cabluri prin metoda inducţiei este destinat determinării locurilor defecte în cablurile de energie de înaltă şi joasă tensiune sau în alte tipuri de cabluri subterane multifilare. Funcţionează împreună cu Generatorul tranzistorizat pentru căutător de defecte în cabluri „G.R.C.I." de la anexa A.14.

Descriere (fig. A.9). Traducătorul inductiv *1* montat la un capăt al telescopului captează cîmpul electromagnetic produs de curentul debitat de generator în cablul defect. Tensiunea rezultată se aplică amplificatorului *2* la ieşirea

Fig. A.9. Schema bloc a RCI-2.



căruia sînt conectate căştile *3*. Bateriile *4* asigură alimentarea amplificatorului.

Caracteristici tehnice:

— sensibilitatea: intensitatea cîmpului magnetic 35× ×10^{-6} Oe, la frecvenţa de 800—1 000 Hz.

— Eroarea la determinarea locului defect: 0,5 m.
— Tensiunea de alimentare: 9 V.c.c. (două baterii de 4,5 V).
— Greutate: 3 kg.

Mod de folosire. Se introduc bananele căștilor și ale traductorului inductiv la aparat. Se conectează generatorul la cablu și se așează traductorul perpendicular pe traseul cablului. Se răsucește la maximum butonul potențiometrului de volum al aparatului și se ascultă în căști semnalul captat, reglîndu-se apoi volumul dorit. Se parcurge traseul cablului pornind de lîngă generator; semnalul se aude pe toată porțiunea traseului, producîndu-se intensificare în zona locului defect.

Dincolo de locul defect (la 0,5 m) semnalul se anulează complet.

A.14. Generator tranzistorizat pentru căutător de defecte în cabluri

Simbol: G.R.C.I.

Destinație. Generatorul este destinat să furnizeze frecvența de 900 Hz necesară „Căutătorului de defecte tranzistorizat, în cabluri prin metoda inducției R.C.I.-2" pentru stabilirea traseelor subterane și a locurilor de scurt circuite în cabluri.

Descriere: (fig. A. 10). Oscilatorul *1* furnizează tensiunea alternativă cu frecvența de 900 Hz care este introdusă în preamplificatorul *2*. Tensiunea de ieșire a preamplificatorului se aplică etajului final *3*, care furnizează semnalul de putere pe impedanța de ieșire variabilă în trepte. Multivibratorul *4* întrerupe periodic semnalul la ieșire pentru o mai bună distingere a semnalului captat de receptor.

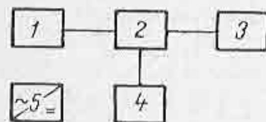


Fig. A.10. Schema bloc a G.R.C.

Caracteristici tehnice:
— Frecvența de funcționare: 900 Hz.
— Puterea de ieșire: 10 W.
— Impedanța de ieșire: 0,25; 1; 10; 50; 100 Ω.
— Tensiune de alimentare: 120; 220 V, 50 Hz.
— Greutate: 10 kg.

Mod de folosire. Înainte de conectarea aparatului la rețea se controlează poziția schimbătorului de tensiune și siguranță fuzibilă. După conectare la rețea, prin închiderea întreruptorului basculant de punere în funcțiune se aprinde lampa pentru controlul prezenței tensiunii de alimentare. Pentru adaptarea la impedanța cablului care trebuie verificat se execută următoarele operații:
— se măsoară tensiunea cu un voltmetru;
— se rotește butonul „reglaj tensiune", pînă în dreptul punctului roșu;
— se conectează cablul, pe rînd, la diferite borne de ieșire ale generatorului, urmărind ca acul indicator al aparatului să fie cît mai aproape, dar fără să depășească linia albastră (din stînga), pentru o tensiune a rețelei pînă la 200 V (110 V) linia neagră (din mijloc), pentru o tensiune a rețelei pînă la 220 V (120 V) sau linia roșie (din dreapta) pentru o tensiune a rețelei pînă la 240 V (130 V).

După executarea acestei operații se rotește butonul „reglaj tensiune" într-o poziție corespunzătoare audiției optime în receptor.

În cazul în care este necesar un ton intermitent, se trece întrerupătorul basculant de pe panoul frontal din poziția „continuu" în poziția „intermitent".

A.15. Instalație pentru încercări cu tensiune înaltă în c.c. (cu Kenotron)

Simbol: K.N.

Destinație. Instalația se utilizează pentru încercarea rigidității dielectrice a izolației cablurilor cu tensiune nominală pînă la 10 kV și în general pentru încercarea rezistenței de izolație a oricărui aparataj a cărui tensiune de încercare nu depășește 50 Hz.

Descriere (fig. A. 11). Instalaţia se compune din:

— pupitru de comandă care conţine partea de alimentare, comandă, reglare şi măsurare;

— cuva cu ulei în care se află partea de înaltă tensiune;

— stangă izolantă pentru descărcarea sarcinii capacitive acumulată pe echipamentul supus încercării.

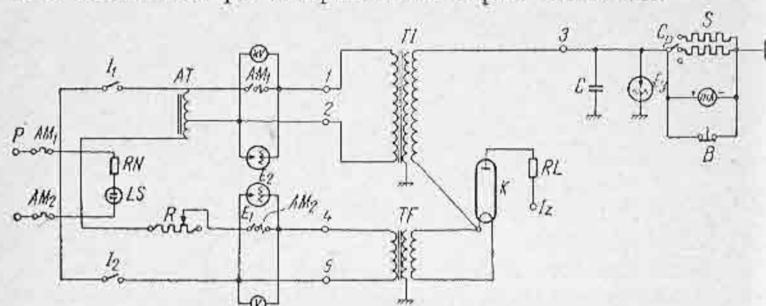


Fig. A.11. Schema de principiu a K.N.

Instalaţia funcţionează pe principiul redresării unei singure alternanţe a tensiunii alternative cu ajutorul unei lămpi redresoare de tip *Kenotron*.

Caracteristici tehnice:

— Tensiunea de încercare (reglabilă): 1; —50 kV.c.c.

— Curentul de încercare (comutabil): 0,5; 2; 10 mA.

— Tensiunea de alimentare: 220 V, 50 Hz.

— Greutatea: cuva 100 kg; pupitrul 20 kg; stanga 1 kg.

Mod de folosire. În timpul folosirii instalaţiei pentru încercări, respectarea normelor de protecţie a muncii prevăzute în „Normativul de protecţie a muncii pentru instalaţii electrice" este obligatoriu. Bornele de legare la pămînt ale pupitrului şi cuvei se conectează la centura de legare la pămînt sau la o priză de pămînt corespunzătoare. Între echipamentul de încercat şi bornele de înaltă tensiune ale instalaţiei de încercare ce fac conexiunile necesare, iar comutatorul pentru alegerea curentului de încercare se trece pe poziţia maximă (10 mA). După conectarea pupitrului la reţea se stabileşte tensiunea de 6,5 V,

pentru încălzirea filamentului lămpii redresoare care durează trei minute. Se ridică apoi treptat tensiunea pînă la valoarea dorită; prin apăsare pe butonul de şuntare a miliampermetrului se pot comuta pe rînd treptele curentului de încercare pînă se obţine o deviaţie care poate fi apreciată corect.

După efectuarea probei, echipamentul încercat se descarcă folosind stanga izolantă de descărcare la pămînt şi numai după aceea se deconectează de la instalaţia de încercare.

A.16. Instalaţii de încercare a DRV cu tensiune mărită (în c.c.)

Simbol: KDRV.

Destinaţie. Instalaţia este destinată încercării cu tensiune mărită în special a descărcătoarelor cu rezistenţă variabilă şi în general a cablurilor, aparatelor electrice sau

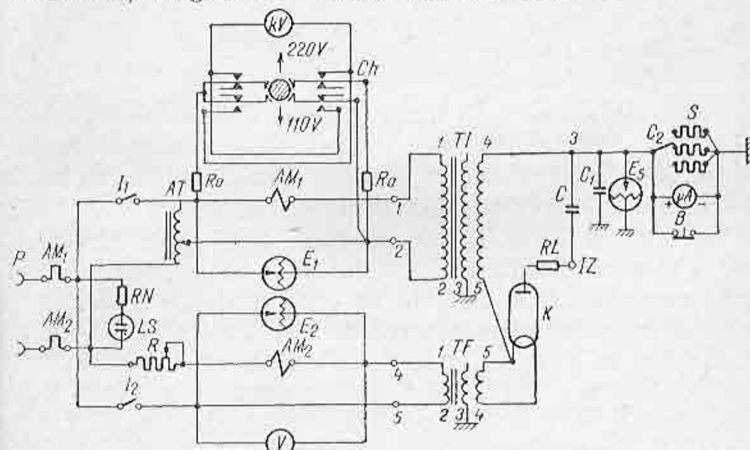


Fig. A.12. Schema de principiu a KDRV.

a maşinilor a căror tensiune de încercare nu depăşeşte 50 kV (în c.c.)

Descriere (fig. A. 12). Constructiv, instalaţia se compune dintr-un pupitru de comandă, care cuprinde partea

de joasă tensiune, o cuvă cu ulei în care este plasată partea de înaltă tensiune a instalației, bateria de condensatoare de filtrare și o stangă izolantă pentru descărcarea sarcinii capacitive. Tensiunea continuă se obține prin redresarea tensiunii furnizate de transformatorul ridicător T_1, cu ajutorul tubului de înaltă tensiune de tip Kenotron K. Prin intermediul autotransformatorului AT se realizează variația continuă a tensiunii de încercare, a cărui valoare se măsoară pe partea de joasă tensiune cu voltmetru V.

Caracteristici tehnice:

Tensiunea de încercare (reglabilă):
— tensiunea continuă filtrată: 0...50 kV,
— tensiunea continuă nefiltrată: 0...35 kV.

Curentul de încercare: 40 μA; 0,5; 2; 10 mA.

Tensiunea de alimentare: 220 V, 50 Hz.

Greutatea:
— pupitru 10 kg
— cuva 50 kg
— stanga 1,5 kg
— bateria de condensatoare 5 kg.

Mod de folosire. În timpul utilizării instalației respective, respectarea normelor de protecție a muncii prevăzute, în „Normativul de protecția muncii pentru instalațiile electrice" este obligatorie.

Înainte și după fiecare utilizare, bateria de condensatoare se scurtcircuitează, iar cînd nu este utilizată se menține scurtcircuitată. Bateria de condensatoare se folosește numai la încercarea descărcătoarelor cu tensiunea nominală pînă la 35 kV. La descărcătoarele cu tensiunea mai mare, încercarea se face pe fiecare element în parte. Cînd Kenatronul se folosește pentru încercarea cablurilor, bateria de condensatoare nu se corectează. Rezistența de descărcare a stangei se controlează după 10 descărcări, urmărindu-se de fiecare dată, apariția scînteii de descărcare. În caz contrar se măsoară rezistența de descărcare a cărei valoare trebuie să fie de 28 kΩ±300 Ω. La întreruperea rezistenței există pericolul de electrocutare.

A.17. Instalație pentru încercări cu înaltă tensiune în curent continuu (cu elemente semiconductoare)

Simbol: I.T.S.

Destinație. Instalația pentru încercări cu înaltă tensiune este destinată verificării izolației echipamentelor și cablurilor electrice cu tensiune de încercare pînă la 60 kV c.c. Instalația poate fi folosită și pentru încercări în curent alternativ cu tensiuni de încercare pînă la 43 kV. În acest din urmă caz se demontează din circuit grupul de redresoare format din elemente semiconductoare.

Se pot încerca echipamentele instalațiilor de 6,10 și 15 kV, cablurile de 20 kV cu manta separată, cu manta comună și ecranizare separată; se utilizează și pentru prearderea defectelor apărute.

Descriere (fig. A. 13). Instalația face parte din grupul aparatajului folosit pentru încercările profilactice ale echipamentelor și cablurilor electrice de medie tensiune.

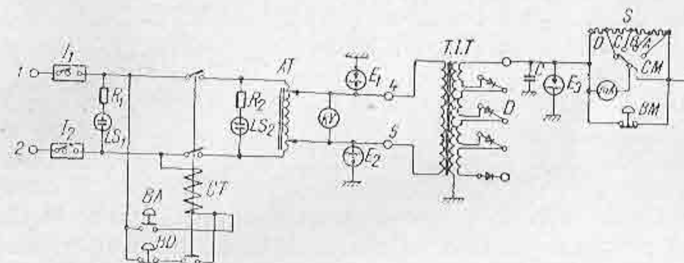


Fig. A.13. Schema de principiu a ITS.

Principiul de funcționare a instalației se bazează pe ridicarea inductivă a tensiunii și redresarea ei cu elemente semiconductoare.

Instalația se compune din:
— pupitru de comandă, măsurare și protecție;
— transformator ridicător de tensiune și grup de redresoare format din elemente semiconductoare;
— stanga izolantă de descărcare și cordoane de legătură.

Înfășurarea secundară a transformatorului de înaltă tensiune este formată din patru bobine care pot fi legate în serie, în paralel sau în serie-paralel.

Caracteristici tehnice:

Tensiunea de încercare (comutabilă și reglabilă) în c.c.: 15; 30; 60 kV.

Curentul de încercare de durată (comutabil) în c.c.: 0,18; 0,09; 0,045 A.

Curentul de încercare de scurtă durată (comutabil) în c.c. pentru cel mult 5 s; 0,68; 0,38; 0,17 A.

Tensiunea de încercare (comutabilă și reglabilă) în c.c. 10,75; 21,5; 43 kV.

Tensiunea de alimentare: 220 V, 50 Hz.

Greutatea elementelor componente:

— pupitrul de comandă: ≈70 kg;

— transformatorul de înaltă tensiune: ≈70 kg;

— stanga de descărcare: ≈2 kg.

Mod de folosire. În timpul folosirii instalației, respectarea normelor de protecția muncii prevăzute în „Normativul de protecție a muncii pentru instalații electrice" este obligatorie. Instalația se leagă la pămînt, prin bornele prevăzute în acest scop (se leagă la pămînt pupitrul de comandă, transformatorul de înaltă tensiune și stanga izolantă de descărcare). În cazul în care se lucrează cu tensiune continuă, se montează la bornele de ieșire ale transformatorului de înaltă tensiune elementele redresoare. În funcție de tensiunea necesară, se realizează varianta indicată pe placa vizibilă, aflată pe transformatorul de înaltă tensiune, stanga de descărcare se agață de borna de înaltă tensiune. Se verifică pozițiile autotransformatorului și comutatorului pentru treptele curentului de încercare; acestea trebuie să fie pe pozițiile minime. După aceste operații pregătitoare, se conectează pupitrul de comandă, la rețeaua de alimentare și se cuplează cele două siguranțe automate I_1 și I_2 se aprinde lampa *LS*, cu inscripția „cuplat siguranțe automate". În continuare, prin apăsare pe butonul de anclanșare BA se alimentează autotransformatorul *AT*. Prin rotirea spre dreapta a butonului autotransformatorului se ridică tensiunea și se citește la aparatul indicator cu trei scări gradate, în kilovolți sau în

volți (kV c.c., kV c.a. și V c.a.) montat pe pupitru. În momentul în care se ajunge la valoarea dorită a tensiunii, se păstrează această tensiune timp de un minut sau un timp mai mare conform normelor de verificare. Instalația de încercare se scoate din funcțiune prin apăsare pe butonul de declanșare *BD*.

Dacă instalația supusă probelor suportă tensiunea de încercare fără să se producă străpungerea se consideră corespunzătoare la această probă.

A.18. Trusă pentru încercarea izolației

Simbol: T.C.S.-2

Destinație. Trusa este un aparat portabil destinat încercării izolației instalațiilor și a aparatelor electrice la străpungere.

Descriere (fig. A. 14). Trusa este compusă din următoarele elemente:

— un autotransformator *AT* pentru reglarea tensiunii de alimentare;

— un transformator ridicător de tensiune *TIT;*

— un kilovoltmetru (voltmetru pentru măsurarea tensiunii de încercare și de alimentare kV/V;

— o siguranță automată *SA* pentru protecția trusei;

— un comutator *I* pentru comutarea schemei pe pozițiile de încercare și ardere.

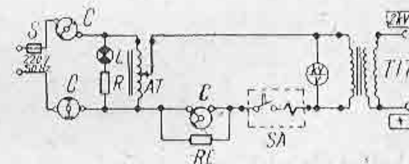


Fig. A.14. Schema de principiu a TCS-2.

Caracteristici tehnice:

— Tensiunea de încercare (reglabilă): 0—2 kV; 50 Hz.

— Curentul maxim de ardere a defectului: 100 mA.

— Tensiunea de alimentare: 220 V, 50 Hz.

— Greutatea: 20 kg.

Mod de folosire. În timpul utilizării trusei respective normele de protecţie a muncii prevăzute în „Normativul de protecţia muncii pentru instalaţiile electrice" este obligatorie. Dacă în timpul probelor izolaţia încercată se străpunge sau se produc conturnări, voltmetrul indică o scădere sensibilă a tensiunii, iar siguranţa automată întrerupe alimentarea trusei. Pentru localizare prin ardere a unui defect de izolaţie evidenţiat prin străpungere se trece butonul comutatorului pe poziţia „ARDERE". Durata de funcţionare pe poziţia „ARDERE" este de maximum un minut, iar timpul de pauză între două arderi succesive este de cel puţin trei minute.

A.19. Indicator de tensiune

Simbol: IUI

Destinaţie. Indicatorul este un dispozitiv monofazat folosit în instalaţiile electrice de înaltă tensiune pentru constatarea prezenţei tensiunii.

Descriere (fig. A. 15). Funcţionarea indicatorului se bazează pe luminiscenţa unui tub de neon străbătut de curentul capacitiv, atunci cînd se află în apropiere sau atinge una din părţile instalaţiei aflate sub tensiune. Se realizează pentru două game de tensiuni. Este format din tronsoane care se depozitează într-o cutie specială.

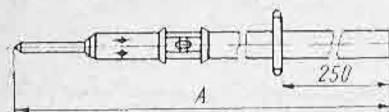


Fig. A.15. Dimensiuni de gabarit ale IUI.

Caracteristici tehnice:

Domeniul de utilizare;

— varianta I: 6 ... 35 kV;

— varianta II: 6 ... 110 kV.

Domeniul de funcţionare: minim 25% din tensiunea nominală pe fază.

Greutatea: 3,5 kg.

Mod de folosire. În timpul folosirii indicatorului de tensiune, respectarea normelor de protecţie a muncii, prevăzute în „Normativul de protecţie a muncii pentru instalaţii electrice" este obligatorie. Constatarea prezenţei tensiunii se face prin aprinderea becului cu neon la apropierea sau atingerea indicatorului de una din fazele aflate sub tensiune. Operatorul trebuie să prindă cu mîinile numai porţiunea limitată a mînerului electroizolant.

A.20. Locator de defecte pe linii aeriene

Simbol: LDL-3.

Destinaţie. Produsul serveşte la stabilirea locului deranjamentului la limiile aeriene de înaltă tensiune; întreruperi, scurtcircuite sau alte modificări ale parametrilor funcţionali ai liniilor.

Descriere (fig. A. 16). Este realizat constructiv din trei elemente distincte: locatorul propriu-zis, blocul de adaptare şi cutie pentru accesorii. Locatorul de defecte pentru linii aeriene prezintă următoarele avantaje:

— este un aparat simplu şi compact;

— permite evaluarea precisă a distanţei pînă la locul defectului;

— furnizează informaţii din punct de vedere electric asupra stării întregii linii;

— se adaptează la diverse lungimi de linie, fără modificarea preciziei de evaluare;

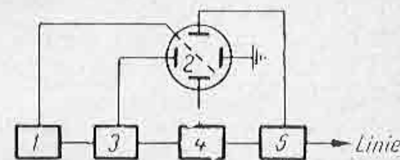


Fig. A.16. Schema bloc a LDL.

— permite fotografierea imaginii de pe ecran pe care se pot determina atît distanţa pînă la locul defectului, cît şi natura defectului.

Oscilatorul pilot produce impulsuri ascuțite cu ajutorul cărora se realizează modularea în intensitate a spațiului pe grila tubului catodic *2*; aceleași impulsuri servesc și pentru sincronizarea etajelor de baliaj orizontal *3* și vertical *4*.

Ca urmare a acțiunii tensiunilor care acționează asupra grilei și a plăcilor de defecție ale tubului catodic; pe ecran apare imaginea sub formă de linii paralele întrerupte.

De la etajul final *5* se trimite în linie cîte un impuls la fiecare declanșare a baleajului vertical.

Caracteristici tehnice:

Tensiunea de alimentare: 220 V$\pm$10%, 50 Hz.

Puterea absorbită din rețeaua de alimentare: 120 VA.

Distanța de explorare măsurată pe ecran:

— minimă: $7\times5\times2=70$ km;

— maximă: $14\times15\times2=420$ km.

Eroarea de măsurare: $\pm$0,5 km.

Puterea de impuls la ieșirea aparatului: 100 VA.

Puterea de impuls la ieșirea din blocul de adaptare: 40 VA.

Impedanțele de adaptare la linie: 200; 300; 500; 600 Ω.

Greutatea:

— locatorul propriu-zis 30 kg;

— blocul de adaptare 5 kg.

Modul de folosire. Respectarea normelor de protecție a muncii prevăzute în „Normativul de protecție a muncii pentru instalațiile electrice" este obligatorie.

Linia pe care se fac măsurări se leagă la pămînt la ambele capete (prin separatoarele de legare la pămînt).

Dacă aproximativ cinci minute de la alimentarea aparatului se apasă pe butonul de pornire și imaginea apare sub formă de linii întrerupte. Cu ajutorul potențiometrului „Numere linii" se reglează numărul de linii, iar cu potențiometrul „Număr rînduri" se reglementează numărul de rînduri ale imaginii, după necesități.

Prin observarea imaginii se determină locul în care apare reflexia pe ecran și prin urmare distanța pînă la locul defectului.

A.21. Laborator mobil pentru încercări cu tensiune mărită

Simbol: LM

Destinație. Laboratorul mobil este destinat în special echipelor de încercări din cadrul întreprinderilor de rețele electrice, în vederea efectuării încercărilor preventive, cu ocazia punerilor în funcțiune (sau după reparație) ale aparatajului de înaltă tensiune și a rețelelor de cabluri cu tensiunea nominală pînă la 35 kV inclusiv. De asemenea, poate fi utilizat la arderea și depistarea defectelor în cabluri cu tensiunea pînă la 35 kV inclusiv.

Descriere. Instalația este montată pe un autobuz tip TV-2R sau tip TV-71R împărțit într-un compartiment de comandă și un compartiment de înaltă tensiune.

Schema electrică este realizată în două variante:

— varianta A, cu tub Kenotron de înaltă tensiune și două tuburi electronice de tip gazotron;

— varianta B, utilizînd diode de înaltă tensiune cu siliciu atît pentru schema de încercări cu curent continuu, cît și pentru arderea defectelor.

Constructiv, instalația este realizată din următoarele elemente:

— un panou de comandă;

— un autotransformator reglabil tip ATR-50 pentru alimentarea transformatorului de înaltă tensiune;

— un transformator de înaltă tensiune TU-100;

— un transformator și un redresor pentru arderea defectelor TAD-10;

— un transformator pentru arderea defectelor în cabluri TAD-2;

— o instalație de redresare compusă dintr-un Kenotron, un transformator pentru încălzirea filamentului și un divizor de tensiune rezistiv-capacitiv pentru varianta A și dintr-un redresor de înaltă tensiune format din diode cu siliciu în ulei pentru varianta B;

— o stangă de descărcare S-110;

— dulapuri anexe.

Caracteristici tehnice:

Tensiunea de încercare în curent continuu (reglabilă) 0 . . . 1 000 kV;

Curentul la încercări de scurtă durată (10 S): 100 mA;
Curentul de încercări de durată (1 h): 30 mA;
Tensiunea de încercări în curent alternativ (reglabilă) 0 . . . 100 kV ef;
Curentul la încercări de scurtă durată (15 min): 200 mA;
Curentul la încercări de durată (1 h): 100 mA.
Arderea defectelor în cabluri:
a. în curent continuu;
— 15 min; 7 kV, 4 A; 14 kV, 2 A;
— 1 h; 7 kV, 2 A; 14 kV, 1 A;
b. în curent alternativ:
— 15 min; 2,5 kV_{ef}, 8 A; 5 kV_{ef}, 4 A, 10 kV_{ef}, 2 A,
— 1 h; 2,5 kV_{ef}, 4 A; 5 kV_{ef}, 2 A; 10 kV_{ef}, 1 A.
Arderea completă a locului defect la cabluri de joasă tensiune:
— 15 min: 245 V, 90 A;
— 1 h: 254 V, 45 A.

Mod de folosire. Racordarea instalației mobile la rețea se face cu ajutorul unui cordon de alimentare bifilar, în cauciuc, cu secțiunea de 2×25 mm². Alimentarea se face prin două borne situate pe panoul montat în una din nișele laterale ale autobuzului. Pe același panou este prevăzută și borna de legare la pămînt, la care este conectată centura de legare la pămînt a utilajului laboratorului mobil, aceasta se leagă la centura stației în care se fac încercările printr-un conductor de cupru neizolat cu secțiunea de 25 mm². Tensiunea redresată este adusă la un separator de înaltă tensiune și prin acesta, la un izolator de trecere prin care se face conectarea instalației mobile la obiectul de încercat.

În cazul încercărilor în curent alternativ, tubul Kenatron nu se conectează.

A.22. Autotransformator reglabil

Simbol: ATR-50.

Destinație. Autotransformatorul poate fi utilizat în instalații fixe sau mobile care necesită tensiuni reglabile în limitele 0 . . . 250 V.

Descriere. Constructiv autotransformatorul este realizat din două înfășurări legate în paralel dispuse pe două coloane ale unui circuit magnetic și un sistem mecanic cu role pentru culegerea tensiunii reglabile. Acționarea autotransformatorului se face normal sau automat. În ca-

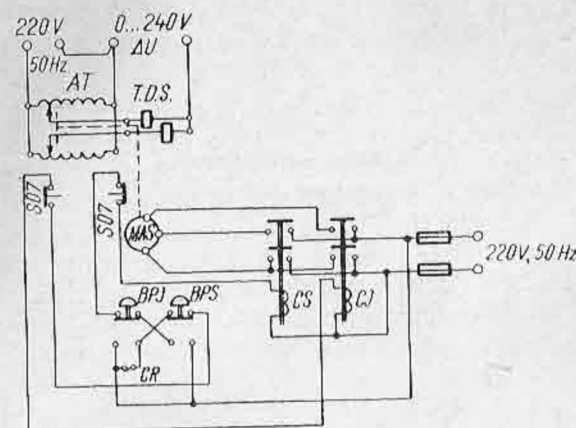


Fig. A.17. Schema de legătură interioară ATR-50.

zul acționării automate, reglarea se face folosind o schemă electrică prevăzută cu servomotor (fig. A.17).

Caracteristici tehnice:

Tensiunea de alimentare: 220 V, 50 Hz.

Tensiunea de ieșire (reglabilă): 0 . . . 250 V, 50 Hz.

Curentul maxim de lucru: 50 A.

Tensiunea de alimentare a servomotorului: 220 V, 50 Hz.

Greutatea: 100 kg.

Mod de folosire. În cazul utilizării autotransformatorului într-un laborator mobil, acesta asigură alimentarea schemei de înaltă tensiune. Amplasarea sa, ca și a ansamblului instalației mobile, se face într-un autobuz tip TV-2R sau TV-71R.

A.23. Transformator de 100 kVA pentru încercări cu tensiune mărită

Simbol: TU-100

Destinaţie. Transformatorul este utilizat în instalaţii fixe sau mobile, pentru încercarea cu tensiune mărită a aparatajului din instalaţiile de înaltă tensiune şi a reţelelor de cabluri cu tensiunea nominală pînă la 35 kV inclusiv.

Descriere (A. 18). Constructiv, transformatorul se compune dintr-un circuit magnetic, o înfăşurare primară, un ecran electric (înfăşurare de izolare) şi o înfăşurare secundară distribuită în găleţi pe trei cilindri concentrici. Circuitul magnetic şi cele trei înfăşurări sînt introduse într-o cuvă cilindrică de material electroizolant.

Transformatorul este prevăzut cu buşon de umplere şi robinet de evacuare a uleiului.

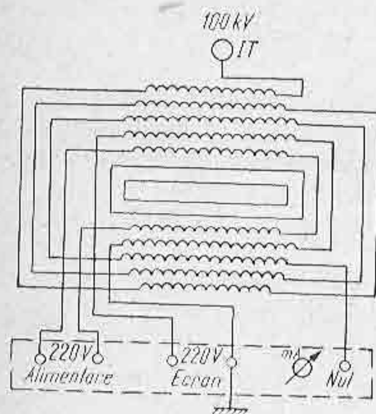


Fig. A.18. Schema legăturilor interioare TU-100.

Caracteristici tehnice:

Puterea nominală: 10 kVA.

Puterea de scurtă durată (5 min): 20 kVA.

Curentul nominal în înfăşurarea primară: 45·5 A.

Curentul nominal în înfăşurarea secundară: 0,1 A.

Tensiunea de alimentare: 220 V, 50 Hz.
Tensiunea de ieşire: 100 kV.
Greutatea: 700 kg.

Modul de folosire. Alimentarea transformatorului se face cu ajutorul unui autotransformator reglabil (tip ATR-50). În cazul folosirii transformatorului într-un laborator mobil, amplasarea sa ca şi execuţia ansamblului instalaţiei se execută într-un autobuz tip TV-2R sau TV-71R.

A.24. Transformator de 2kV pentru arderea defectelor în cabluri

Simbol: TAD-2.

Destinaţie. Transformatorul se utilizează la arderea defectelor de izolaţie în cablurile electrice şi poate fi folosit în diverse laboratoare de încercări sau cercetări, în laboratoarele mobile pentru încercări cu înaltă tensiune.

Descriere. Constructiv, transformatorul se compune dintr-un circuit magnetic cu două coloane, avînd pe fiecare coloană cîte o înfăşurare primară şi cîte două înfăşurări secundare şi o placă cu borne pentru obţinerea tensiunii secundare dorite. Cele două înfăşurări primare sînt legate în paralel (fig. A.19).

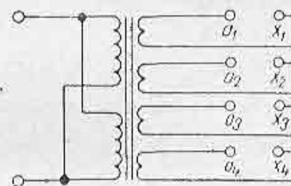


Fig. A.19. Schema legăturilor interioare TAD-2.

Caracteristici tehnice:

Puterea nominală: 5 kVA.

Puterea de scurtă durată: (5 cu pauze de cel puţin 2 min): 20 kVA.

Tensiunea de alimentare: 220 V, 50 Hz.

Tensiunea de ieşire: 0,5; 1; 2 kV.
Curentul secundar de durată: 10; 5; 2,5 A.
Curentul secundar de scurtă durată (5 s): 40; 20; 10 A.
Greutatea: 50 kg.

Mod de folosire. Pentru obţinerea treptei de tensiune dorite, înainte de alimentare se efectuează legarea clemelor corespunzătoare la plăcuţa cu borna transformatorului. Alimentarea transformatorului se face cu ajutorul unui autotransformator reglabil de tip ATR-50. În prealabil, defectul trebuie să fie localizat prin străpungere cu ajutorul unei instalaţii de încercări de înaltă tensiune. În cazul folosirii transformatorului într-un laborator mobil, amplasarea sa ca şi a ansamblului de instalaţii se face într-un autobuz tip TV-2R sau TV-71R.

A.25. Transformator şi redresor de 14 kV pentru arderea defectelor în cabluri, în curent continuu şi în curent alternativ

Simbol: TAD-10.

Destinaţie. Transformatorul şi redresorul se utilizează la arderea defectelor de izolaţii în cablurile electrice şi poate fi folosit în diverse laboratoare de încercări sau cercetări şi în laboratoarele mobile pentru încercări cu înaltă tensiune.

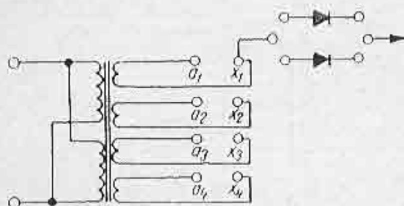


Fig. A.20. Schema legăturilor interioare TAD-10.

Descriere (fig. A. 20). Constructiv, produsul se compune dintr-un transformator monofazat, cu redresor cu diode semiconductoare format din două elemente de cîte 7 kV şi 1 A, care se pot conecta în serie sau paralel, o

placă cu borne a transformatorului pentru obţinerea tensiunii alternative dorite şi o placă cu borne a redresorului pentru tensiuni continue dorite.

Caracteristici tehnice:

Puterea nominală: 10 kVA.
Puterea de scurtă durată (15 s cu pauze de cel puţin 60 s): 40 kV.
Tensiunea de alimentare: 220 V, 50 Hz.
Tensiunea alternativă de lucru: 2,5; 5; 10 kV.
Curentul secundar de durată: 4; 2; 1 A.
Tensiunea continuă de lucru: 7; 14 kV.
Curentul continuu de durată: 2; 1 A.
Curentul continuu de scurtă durată (5 s): 16; 8; 4 A.
Greutatea: 90 kg.

Modul de folosire. Pentru obţinerea treptelor de tensiune alternativă sau continuă dorite, înainte de alimentare se efectuează legarea elementelor corespunzătoare la plăcile cu borne ale transformatorului şi ale redresorului. Alimentarea transformatorului se face cu ajutorul unui autotransformator reglabil tip ATR-50. În prealabil, defectul trebuie să fie localizat prin străpungerea izolaţiei cu ajutorul unei instalaţii de încercări de înaltă tensiune. În cazul folosirii transformatorului într-un laborator mobil, amplasarea sa ca şi a ansamblului instalaţiei se face într-un autobuz tip TV-2R sau TV-71R.

BIBLIOGRAFIE

A. Lucrări de specialitate

1. Vicol P. ş.a. *Construcţia liniilor electrice*. Bucureşti, Editura tehnică, 1975.
2. Bădulescu, N. *Linii şi staţii electrice*. Îndrumar. Bucureşti, Editura tehnică, 1967.
3. Launer, D. *Alegerea, montarea şi exploatarea descărcătoarelor tubulare*. IRME. 1965.
4. Vîlciu, C. ş.a. *Exploatarea şi repararea instalaţiilor electrice din centrale şi staţii*. Editura tehnică, 1967.
5. Manolescu, P. *Măsurări electrice*. Editura tehnică, 1967.
6. Cruceru, C., Ursea, P. *Încercările cablurilor de energie în exploatare*. Editura tehnică, 1974.

B. Standarde de stat

1. STAS 1275-70— *Încercări de laborator ale betoanelor. Confecţionarea epruvetelor şi determinarea rezistenţelor mecanice aparente.*
2. STAS 1759-70 — *Construcţii civile şi industriale. Metode de încercare pe şantier a betoanelor obişnuite şi a materialelor componente.*
3. STAS 1799-73 — *Construcţii de beton, beton armat şi beton precomprimat. Controlul executării betoanelor. Încercări şi frecvenţe.*
4. STAS 930-74 — *Reţele electrice. Tensiuni nominale şi sisteme de curenţi.*
5. STAS 3999-67 — *Aparate de protecţie contra supratensiunilor. Clasificare şi terminologie.*
6. STAS 6489-70 — *Reţele electrice peste 1 kV. Coordonarea izolaţiei. Nivele de izolaţie şi protecţie.*
7. STAS 7334-70 — *Instalaţii de protecţie prin legare la pămînt şi instalaţii cu tensiunea la 1 000 V. şi peste 1 000 V. Prescripţii.*

C. Normative, prescripţii şi instrucţiuni

1. Normativ CSCAS. *Condiţii tehnice pentru executarea lucrărilor de beton şi beton armat.*
2. PE. 003/70 (3G-2-70) — (MEE). *Nomenclatorul de încercări, verificări şi probe privind montajul şi punerea în funcţiune a instalaţiilor energetice.*
3. PE. 104/71 (MEE). *Normativ pentru construcţia liniilor aeriene de energie electrică peste 1 000 V.*
4. PE. 107/72 (MEE). *Normativ pentru proiectarea şi execuţia reţelelor de cabluri electrice.*
5. PE. 116/73 (MEE). *Normativ de încercări şi măsurări la echipamente şi instalaţii electrice la punerea în funcţiune şi darea în exploatare.*

CUPRINS

3. Verificările, încercările și probele liniilor electrice în cablu

Anexă. Aparate de măsurat fabricate în R.S.R. folosite pentru încercări și verificări electrice

În colecția electricianului

au apărut:

1973

73. Mereuță C., Brumă C. *Exploatarea posturilor de transformare din întreprinderile industriale*
74. Aptov S. I., Homeakov V. M. *Întreținerea uleiului electroizolant* (trad. din limba rusă). Ediția a II-a
75. Pietrăreanu E. *Construcția și exploatarea rețelelor de cabluri din întreprinderile industriale*
76. Orakaliev D. D., Dikov C. I., Hristov C. H. *Electrocare* (trad. din limba bulgară)
77. Aldea F., Cănescu S. *Bimetalul și aplicațiile lui în electrotehnică*

1974

78. Cruceru C., Ursea P. *Încercările cablurilor de energie în exploatare*. Ediția a II-a
79. Kaminski E. A. *Cum se citesc schemele instalațiilor electrice* (trad. din limba rusă). Ediția a II-a

1975

80. Kerekes I., Lokodi Z. *Montarea corectă a contoarelor electrice trifazate*
81. Micu E. *Construcția și exploatarea cuptoarelor electrice de topire din industrie*
82. Pietrăreanu E. *Tablouri electrice de distribuție de joasă tensiune*

1976

83. Cruceru C. *Procedee de localizare a defectelor în rețelele de cabluri de energie*
84. Lisacek R. *Rebobinarea micromotoarelor electrice* (trad. din limba cehă)
85. Pietrăreanu T. M. *Pornirea și protecția motoarelor asincrone trifazate*
86. Boboc D., Slapciu G., Popescu P. *Metode și instalații pentru verificarea instrumentelor electrice de măsurat*